

Aus der Frauenklinik der Universität Marburg  
(Direktor : Prof. Dr. med. R. Buchholz)

---

SONOGRAPHISCHE NIERENUNTERSUCHUNG  
IN DER SCHWANGERSCHAFT

INAUGURAL - DISSERTATION  
ZUR  
Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin  
des Fachbereichs Humanmedizin  
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Michael Bräse  
aus Rehren

Marburg 1973







Aus der Frauenklinik der Universität Marburg  
(Direktor : Prof. Dr. med. R. Buchholz)

---

SONOGRAPHISCHE NIERENUNTERSUCHUNG  
IN DER SCHWANGERSCHAFT

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin  
des Fachbereichs Humanmedizin  
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Michael Braß  
aus Rehren

Marburg 1978



Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin  
der Universität Marburg am

gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan : Prof., Dr. F. Neurath  
Referent : Priv.-Doz. Dr. B. Hackelör  
Correferent : Prof. Dr. R. Buchholz

# **Inhaltsverzeichnis:**

=====

|                                                                                      | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Einleitung .....                                                                  | 1     |
| 2. Physikalisches Prinzip .....                                                      | 3     |
| 2.1. Erzeugung von Ultraschall .....                                                 | 3     |
| 2.2. Schallgeschwindigkeit .....                                                     | 5     |
| 2.3. Reflexion .....                                                                 | 5     |
| 2.4. Schallabsorption im Gewebe .....                                                | 8     |
| 3. Methode .....                                                                     | 9     |
| 3.1. Tote Zone .....                                                                 | 9     |
| 3.2. Tiefenausgleich .....                                                           | 10    |
| 3.3. Das eindimensionale Verfahren (A-scan)...                                       | 10    |
| 3.4. Das zweidimensionale Verfahren (B-scan)<br>oder die Ultraschalltomographie..... | 11    |
| 3.5. Abtastverfahren .....                                                           | 12    |
| 3.6. Ultraschallgerät "Vidoson".....                                                 | 12    |
| 4. Untersuchungstechnik .....                                                        | 19    |
| 5. Beschreibung der sonographischen<br>Nierenbilder .....                            | 22    |
| 5.1. Normale Niere .....                                                             | 22    |
| 5.2. Hydronephrose .....                                                             | 24    |
| 6. Kollektiv .....                                                                   | 28    |
| 6.1. Altersverteilung .....                                                          | 28    |
| 6.2. Zeitpunkt der Untersuchung .....                                                | 29    |
| 6.3. Geburtenzahl der untersuchten Patientinnen                                      | 30    |
| 7. Beschreibung der Befunde .....                                                    | 32    |
| 7.1. Nierenlänge und Breite .....                                                    | 32    |
| 7.2. Auftreten von Hydronephrosen rechts, links<br>und beidseitig .....              | 33    |

|                                                                                            | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 7.3. Auftreten von Hydronephrosen in Abhängig-<br>keit vom Alter der Patientin .....       | 35    |
| 7.4. Hydronephrosen bei Primi- und Multiparae.....                                         | 36    |
| 7.5. Auftreten von Hydronephrosen in Abhängig-<br>keit von der Schwangerschaftswoche ..... | 38    |
| 7.6. Schweregrad der beobachteten Hydronephrosen...                                        | 40    |
| 7.7. Schweregrad der Hydronephrose in Abhängigkeit<br>von der Schwangerschaftswoche.....   | 43    |
| 7.8. Hydronephrose und Nierenerkrankung in der<br>Vorgeschichte .....                      | 46    |
| 7.9. Verlaufskontrolle von 15 Patientinnen.....                                            | 47    |
| 7.10. Nierencysten.....                                                                    | 52    |
| 8. Diskussion.....                                                                         | 53    |
| 8.1. Dilatation und Pyelonephritis gravidarum.....                                         | 53    |
| 8.2. Ultraschall in der Diagnostik der ableitenden<br>Harnwege.....                        | 54    |
| 8.3. Hypothesen über die Entstehung der Dilatation.                                        | 56    |
| 8.4. Hydronephrose und Schwangerschaft, Befunde<br>anderer Autoren.....                    | 59    |
| 8.5. Zusammenfassung der von uns erhobenen<br>Befunde.....                                 | 61    |
| 9. Zusammenfassung.....                                                                    | 63    |
| 10. Literaturverzeichnis.....                                                              | 64    |

## 1. Einleitung

=====

Infektionen der ableitenden Harnwege sind ein häufiger Befund während der Schwangerschaft. Für die Mutter liegt die Gefahr nicht so sehr in der akuten Erkrankung als vielmehr in dem schleichenden Übergang zur chronischen Pyelonephritis bis zur terminalen Niereninsuffizienz. Ebenso ist zu beachten, daß Mütter mit einer Bakteriurie drei- bis viermal häufiger Fehlgeburten haben oder untergewichtige Kinder zur Welt bringen, als Frauen mit sterilem Harnbefund (5).

Von besonderer Bedeutung für die Prognose der Pyelonephritis ist die frühzeitige Erkennung und die gezielte Therapie. Ein akuter Krankheitsbeginn mit Fieber, Lendenschmerzen und Pyurie ist kaum zu übersehen. In den letzten Jahren mehren sich jedoch Beobachtungen über afebrile, schleichende Verläufe, die sich der Diagnose entziehen können (5). Sie können bis zu 60 % aller Pyelonephritiden während der Schwangerschaft ausmachen und müssen wegen ihrer Symptomarmut als besonders gefährlich angesehen werden (5).

Als disponierend für die Pyelonephritis gravidarum wird in der Literatur eine Dilatation der ableitenden Harnwege beschrieben, die eine Aszension von Keimen begünstigt (28).

Die systematische Untersuchung der Frage, ob eine Dilatation des Nierenhohlraumsystems gehäuft in der

Schwangerschaft auftritt, war insofern erschwert, als bis zum Einsatz der Sonographie in der Nierendiagnostik die Ausscheidungsurographie die einzige Möglichkeit zur Diagnostik der Hydronephrose war.

In der folgenden Arbeit soll die Möglichkeit untersucht werden, mittels Ultraschall Veränderungen an den ableitenden Harnwegen festzustellen.

## 2. P h y s i k a l i s c h e s   P r i n z i p

Ultraschall ist ein rein anthropomorph gebildeter Begriff. Man versteht darunter Schallschwingen, die aufgrund ihrer hohen Frequenz nicht mehr vom menschlichen Ohr wahrgenommen werden. Dementsprechend liegt die Grenze zwischen hörbarem Schall und Ultraschall um 20 kHz. Für die medizinische Diagnostik benötigt man allerdings weitaus höhere Frequenzen von 1 - 10 MHz, und zwar aus physikalischen Gründen ; Erst bei solchen hohen Frequenzen pflanzt sich Ultraschall einigermaßen gradlinig fort und läßt sich somit noch über längere Distanzen bündeln; er gleicht dann gewissermaßen Lichtstrahlen. Außerdem werden Schallwellen nur an solchen Strukturen deutlich reflektiert, deren Abmessungen größer als die Länge der auftreffenden Wellen sind. Für die Sonographie, die ja ausschließlich auf Schallreflektionen beruht, bedeutet das: je höher die Frequenz des Ultraschalls, je kleiner also seine Wellenlänge, um so feinere Details lassen sich durch ihn erfassen und darstellen.

### 2.1. Erzeugung von Ultraschall

Erzeugt wird hochfrequenter Ultraschall mittels elektrischer Stoffe. Das sind Kristalle wie Quarz und Turmalin oder polykristalline Festkörper (Bariumtitanat, Bleizirkonat-Titanat), die polare Achsen besitzen: sie enthalten Ionen, die aufgrund ihrer Ladungsverteilung räumlich ausgerichtet sind.

Legt man an zwei bestimmte, einander gegenüberliegende Flächen eines solchen Kristalls eine Spannung, so verkürzt oder verlängert er sich abhängig von der Polung. Verwendet man also Wechselstrom, dann oszilliert der Kristall und wird so zum Sender von Schallwellen, da sich seine Schwingungen auf das umgebende Medium übertragen. Dabei ist die Frequenz des emittierten Schalls gleich der Frequenz der angelegten Wechselspannung.

Derselbe Kristall, der auf diese Weise als Quelle hochfrequenten Ultraschalls dient, läßt sich zugleich auch als Empfänger gebrauchen, denn er wird, wenn Ultraschall auf ihn trifft, im Rhythmus der Schallwellen verformt; dabei tritt eine Wechselspannung auf, die abgegriffen und zeitlich aufgezeichnet werden kann.

Ein solcher Kristalldetektor reagiert äußerst empfindlich; er spricht noch auf Schallstärken von  $10^{-10} \text{ W/cm}^2$  an. Wie Echolot und Radar, so funktionieren auch alle sonographischen Verfahren nach dem Weg-Zeit-Prinzip: Man mißt die Zeit, in der ein Schallsignal wieder am Sender ankommt, nachdem es emittiert und total oder teilweise reflektiert wurde. Aus dieser Laufzeit ergibt sich bei bekannter Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls die Entfernung der reflektierten Struktur.

In Bezug auf Schallgeschwindigkeit, Reflexion an Grenzflächen und Schallabsorption in Geweben gelten bei der Anwendung von Ultraschall die Gesetze der Akustik,

## 2.2. Schallgeschwindigkeit

Innerhalb des menschlichen Körpers breitet sich Ultraschall in den verschiedenen Geweben mit unterschiedlicher Geschwindigkeit aus. Diese ist abhängig von der Dichte und der Kompressibilität des Gewebes. Daß sich die Schallgeschwindigkeit außerdem mit der Temperatur verändert, ist im wesentlichen durch die Temperaturabhängigkeit der Kompressibilität bestimmt.

Schallgeschwindigkeit  $v$ , Wellenlänge  $\lambda$  und Frequenz  $f$  stehen zueinander in folgender Beziehung :

$$v = f \cdot \lambda$$

Bei einer Schallgeschwindigkeit von 1500 m/sec und einer Frequenz von 2,5 MHz, wie sie in der Diagnostik verwendet wird, beträgt die Wellenlänge im Wasser 0,6 mm.

## 2.3. Reflexion

Ganz allgemein und also auch innerhalb des Körpers wird Ultraschall überall dort reflektiert, wo Gebiete unterschiedlicher akustischer Impedanz aneinandergrenzen. Unter akustischer Impedanz, auch Wellenwiderstand genannt, versteht man dabei das Produkt aus Dichte und Schallgeschwindigkeit eines Mediums - beides Größen, die auch voneinander abhängen : je dichter nämlich ein Medium, desto schneller leitet es Schall fort.

| Substanz                                  | Temp.<br>°C. | Frequenz<br>(MHz) | Schall-<br>geschwindigkeit<br>$v(m/sec)$ | Dichte<br>( $g/cm^3$ ) | Akustische<br>Impedanz<br>( $g/cm \cdot sec$ ) | Reflexions-<br>faktor R bei<br>senkrechtem<br>Einfall gegen<br>0,9% NaCl | Halbwert-<br>schicht bei<br>1 MHz (cm) |
|-------------------------------------------|--------------|-------------------|------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Wasser                                    | 25           | 15                | 1496                                     | 0,997                  | $1,49 \times 10^5$                             | -                                                                        | 410                                    |
| Kochsalzlösung<br>(0,9 %)                 | 25           | 15                | 1504                                     | 1,005                  | $1,511 \times 10^5$                            | -                                                                        | -                                      |
| Menschliches<br>Gewebe                    | 37           | 2,5               | 1490 bis 1610                            | 1,06                   | $1,58-1,70 \times 10^5$                        | -                                                                        | -                                      |
| (ohne Knochen)<br>dasselbe,<br>Mittelwert | 37           | 2,5               | 1540                                     | 1,06                   | $1,63 \times 10^5$                             | 0,14 %                                                                   | -                                      |
| Muskel                                    | 24           | 1,8               | 1568                                     | 1,058                  | $1,66 \times 10^5$                             | 0,22 %                                                                   | 2,5                                    |
| Leber                                     | 24           | 1,8               | 1570                                     | 1,055                  | $1,66 \times 10^5$                             | 0,22 %                                                                   | 3,0                                    |
| Fettgewebe                                | 24           | 1,8               | 1476                                     | 0,928                  | $1,37 \times 10^5$                             | 0,24 %                                                                   | 3,8                                    |
| Gehirn                                    | 24           | 2                 | 1521                                     | 1,40                   | $1,58 \times 10^5$                             | 0,05 %                                                                   | 2,5                                    |
| Knochen (mensch-<br>licher Schädel)       | -            | 0,8               | 3360                                     | 1,85                   | $6,2 \times 10^5$                              | 37 %                                                                     | 0,23                                   |
| Luft                                      | -            | -                 | 331                                      | 0,0012                 | 41,3                                           | 99,9 %                                                                   | 1,1                                    |
| Plexiglas                                 | -            | -                 | 2670                                     | 1,18                   | $3,2 \times 10^5$                              | 13 %                                                                     | -                                      |

Tab. 1 : Tabelle der wichtigsten akustischen Größen nach BERGMANN (2).

Wieviel von dem gesamten auftreffenden Schall an der Grenzfläche zweier Medien reflektiert wird, hängt in erster Linie vom Unterschied der Wellenwiderstände ab. Der reflektierte Anteil ist umso größer, das Echo also umso deutlicher, je mehr die akustischen Impedanzen der aneinandergrenzenden Gebiete sich unterscheiden.

Nun sind Gewebe und Flüssigkeiten des Körpers hinsichtlich ihrer Schalleitfähigkeit annähernd homogen; sieht man vom Knochen ab, so liegen die Dichten zwischen  $0,97 \text{ g/cm}^3$  für Wasser und  $1,07 \text{ g/cm}^3$  für alte Blutgerinsel; die entsprechenden Schallgeschwindigkeiten betragen 1490 bzw. 1610 m/sec. Aufgrund dieser schwachen Impedanzunterschiede reflektieren Grenzflächen im Körperinneren jeweils nur einen sehr kleinen Anteil des einfallenden Ultraschalls; so werden etwa beim Übergang von Muskel- zu Fettgewebe nur 0,8 % und an den Grenzen zwischen Muskeln und Wasser nur 0,23 % der gesamten Schallenergie zurückgeworfen.

Dieses schwache Reflexionsvermögen biologischer Grenzflächen ist für die Sonographie indes keineswegs ein Nachteil. Zum einen nämlich sind die Kristalldetektoren, wie bereits erwähnt, sehr empfindlich und vermögen darum auch solche schwachen Echos zu registrieren. Zum anderen behalten die primären Schallstrahlen dadurch genügend Energie, um auch von mehreren hintereinander gelegenen Grenzflächen noch deutliche Echos zu liefern.

#### 2.4. Schallabsorption im Gewebe

Beim Durchgang der Schallwellen durch Gewebe oder Flüssigkeiten tritt Absorption auf, indem ein Teil der Bewegungsenergie durch innere Reibung des schalleitenden Mediums in Wärme umgewandelt wird. Diese Absorption geschieht nach einer e-Funktion. Ein Maß der Absorption ist die Halbwertsdicke, d.h. die Strecke innerhalb eines Mediums, auf der die Schallenergie auf die Hälfte gedämpft wird. Tabelle 1 zeigt einige wichtige Werte.

Bei Frequenzen von etwa 2 MHz, wie sie in der geburtshilflich-gynäkologischen Diagnostik üblich sind, beträgt die mittlere Halbwertsdicke der Gewebe etwa 1,5 cm. In einer Tiefe von 15 cm ist die Ultraschallenergie also um den Faktor  $2^{10}$  oder etwa  $10^3$  gedämpft.

### 3. Methode

Die meisten Verfahren der Ultraschalldiagnostik beruhen auf dem Reflexionsprinzip: Man sendet einen kurzen Ultraschallimpuls von etwa 1  $\mu$  sec Dauer in den Körper. Trifft der Ultraschall innerhalb des Körpers auf eine Grenzfläche zwischen zwei Medien mit unterschiedlichen akustischen Eigenschaften, so wird ein kleiner Teil der Energie reflektiert, d.h. es ergibt sich ein Echo. Fällt dieses Echo auf den Schallkopf, der inzwischen auf Empfang umgeschaltet wurde, so wird er wieder in einen elektrischen Impuls verwandelt. Die durch die Echos im Schallkopf ausgelösten elektrischen Impulse werden verstärkt und auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre als Zacke (A-Mode) oder als Lichtpunkte (B-Mode) dargestellt.

#### 3.1. Tote Zone

Wenn der Schallkopf direkt (ohne eine sogenannte wasser-  
vorlaufstrecke) auf den Körper aufgesetzt wird, so  
verdeckt der Sendeimpuls das erste (Haut-) Echo.  
Für die Diagnostik entsteht hier also eine sogenannte  
tote Zone, die bei hoher Sendeleistung mehrere  
Zentimeter breit sein kann. Sie macht sich störend  
bemerkbar, z.B. bei der Messung des biparietalen  
Durchmessers des kindlichen Schädels in utero, wenn der  
Schädel der Bauchwand nahe anliegt, da die tote Zone  
außer den Schichten der Bauchdecke dann auch das Ein-  
trittsecho am Schädel verdeckt. Um die tote Zone aus dem  
Gebiet zu entfernen, kann man zwischen Schallkopf und

Oberfläche der untersuchten Körperregion eine sogenannte Wasservorlaufstrecke einschalten. Auf dem Bildschirm liegt der Sendeimpuls dann außerhalb des Körperrechoграмма.

### 3.2. Tiefenausgleich

In einer Tiefe von 15 cm ist bei einer Frequenz von 2 MHz und bei einer mittleren Schallabsorption des Gewebes die Ultraschallenergie auf etwa  $1/1000$  der einfallenden Energie gedämpft. Ein Echo, das aus dieser Tiefe kommt, hat, wenn es den Empfänger erreicht, nur noch  $1/1000000$  der Energie eines gleichartigen hautnahen Echos. Um beide Echos auf dem Leuchtschirm mit gleicher Amplitude bzw. gleicher Helligkeit darzustellen, muß also das Echo aus der Tiefe entsprechend mehr verstärkt werden als das hautnahe Echo. Aus diesem Grunde besitzen moderne Ultraschalldiagnostikgeräte einen sogenannten Tiefenausgleich, welcher den Anstieg der Verstärkung mit zunehmender Echolaufzeit bewirkt.

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Ultraschallverfahren :

### 3.3. Das eindimensionale Verfahren (A-scan)

Beim A-scan werden die reflektierten Echos als Zacken einer Kurve im Sinne der Zeit-Amplituden-Technik aufgeschrieben, d.h. die Höhe der Zacke entspricht der Echoenergie. Der Abstand der Echozacken voneinander auf dem Bildschirm ist ein Maß für die Laufzeit der

Echos. Falls die Schallgeschwindigkeit in allen durchlaufenen Substanzen gleich ist, so ist der Abstand der Echozacken ein direktes Maß für den Abstand der entsprechenden Grenzflächen innerhalb des Körpers. Variiert in den durchlaufenen Gewebeschichten die Schallgeschwindigkeit, so treten Verformungen des Echobildes auf. Die relativ geringen Unterschiede in den parenchymatösen Organen spielen diesbezüglich jedoch keine große Rolle.

#### 3.4. Das zweidimensionale Verfahren (B-scan) oder die Ultraschalltomographie

Bei der Ultraschalltomographie entsteht auf dem Oszilloskopen ein stehendes Schnittbild der durchschallten Körperregion. Eigenbewegungen wie Atemverschiebung und Pulsation können am Oszilloskopen direkt beobachtet werden. Dazu ist erforderlich, den Ultraschallstrahl zu bewegen und damit die zu untersuchende Körperregion "abzutasten". Die Abtastung kann automatisch oder von Hand erfolgen. Zur Herstellung eines zweidimensionalen Bildes ist es nur notwendig, die Schallkopfbewegung mit einer synchronen Ablenkung des Schreibstrahles der Bildröhre zu koppeln, d.h. daß der Leuchtpunkt auf dem Bildschirm fortlaufend den Bewegungen des Ultraschallimpulses innerhalb des Körpers folgen muß. Ein echogebender Punkt innerhalb des Körpers muß, wenn er von verschiedenen Richtungen angepeilt wird, auf dem Leuchtschirm immer an derselben Stelle abgebildet werden. - Für eine exakte Koppelung von Schallkopfbewegung und Ablenkung des Elektronenstrahls benötigt man sehr aufwendige mechanische und

elektronische Vorrichtungen, unter anderem überaus präzise Linear- und Sinus-Cosinus-Potentiometer.

### 3.5. Abtastverfahren

Die Abtastverfahren lassen sich, was die Führung des Schallstrahls betrifft, auf drei Grundformen zurückführen: erstens Parallel-scan, zweitens Konvergenz-scan und drittens Divergenz-scan.

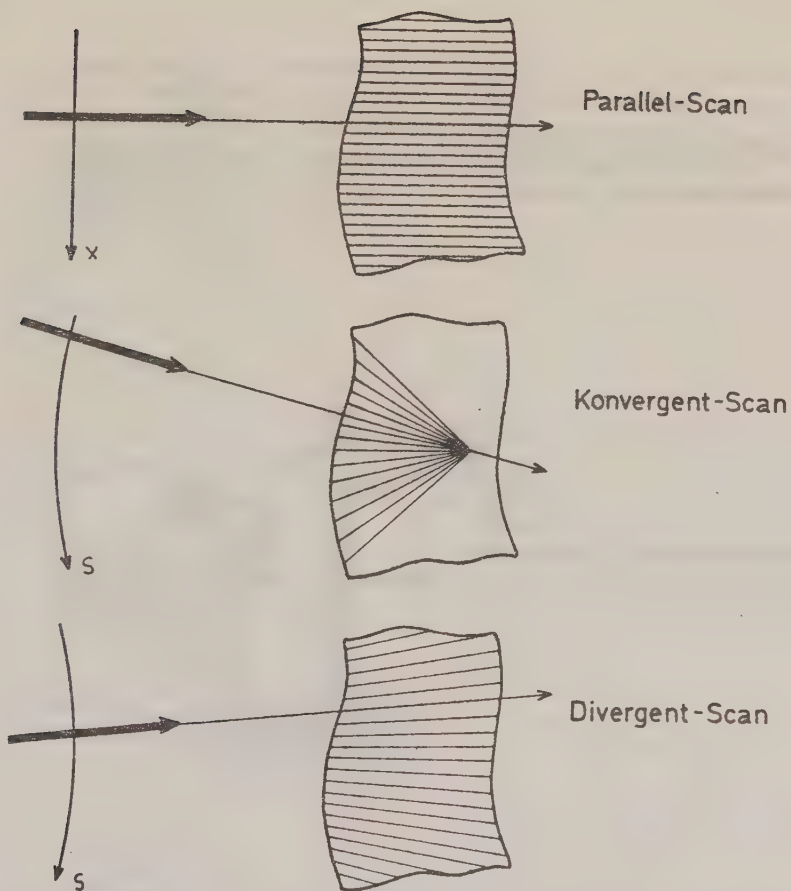
Abtastmethoden, bei denen eine Überlagerung der Grundbewegung stattfindet, werden als Gemischt-scan bezeichnet.

Der Konvergenz-Divergenz-scan wird am häufigsten angewandt und oft als Compound-scan bezeichnet.

Aus den Abbildungen 1 und 2 ist die Strahlenführung bei den verschiedenen Abtastmethoden ersichtlich.

### 3.6. Ultraschallgerät "Vidoson"

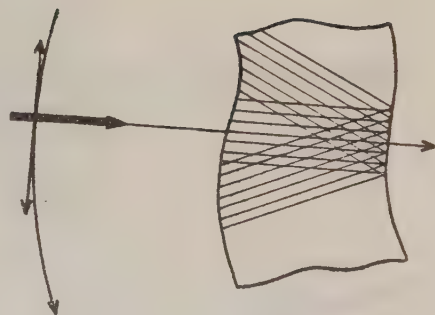
Für unsere Untersuchungen benutzten wir ein Ultraschallgerät der Fa. SIEMENS AG Erlangen, das von KRAUSE und SOLDNER entwickelt wurde und unter dem Namen "Vidoson 635" seit 1967 serienmäßig hergestellt wird. Die Abbildung 3 zeigt das Gerät in Betrieb. Die gesamte Anlage ist auf einen fahrbaren Untersatz montiert. Die wesentlichen Bestandteile sind das Sichtgerät mit dem Photovorsatz und der sogenannte Ultraschallapplikator, der leicht beweglich an einem Stativ befestigt ist. Das Stativ



**Abb. 1 :** Die drei Grundformen der Abtastmethoden. Der stark gezeichnete Pfeil symbolisiert den Schallkopf. Die Bahn der Bewegung ist mit X bzw. S bezeichnet (nach KRESSE (15) ).

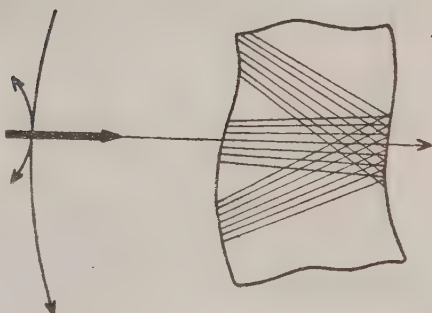
Hauptbewegung: konvergent

Nebenbewegung: parallel



Hauptbewegung: konvergent

Nebenbewegung: divergent



Hauptbewegung: parallel

Nebenbewegung: divergent

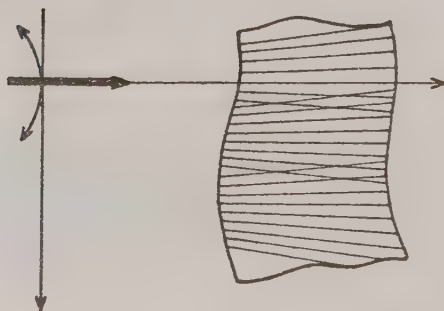


Abb. 2 : Abtastmethode mit Überlagerung der Grundbewegungen (nach KRESSE (15) ).

erlaubt Bewegungen des Applikators in alle Richtungen. Außerdem können Schwenkbewegungen in drei Achsen ausgeführt werden. Das Stativ läßt sich in jeder gewünschten Stellung durch elektromagnetische Bremsen arretieren.

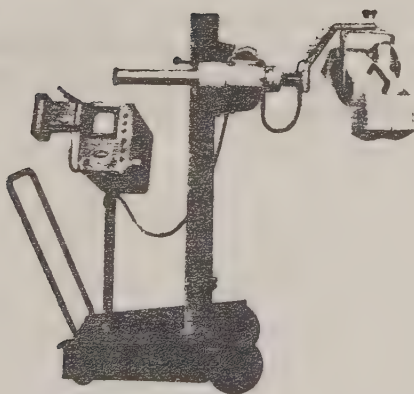


Abb. 3 : Ultraschallbildgerät "Vidoson"

Der Abtastvorgang ist ein Parallel-scan. Ein besonderer Vorteil des "Vidoson" gegenüber allen anderen Schnittbildgeräten ist, daß die Abtastung sehr schnell abläuft, und zwar 15 bis 16 Mal pro Sekunde, d.h. daß auf dem Bildschirm 15 bis 16 Bilder pro Sekunde erscheinen. Auf diese Weise kann man filmartig Bewegungen beobachten, wie z.B. die Herzaktion des Kindes im Uterus. Die hohe Abtastgeschwindigkeit wird nicht etwa dadurch erreicht, daß sich der Schallkopf innerhalb des Wassergefäßes mit entsprechender Geschwindigkeit hin- und herbewegt, wodurch störende Turbulenzen und auch mechanische Abnützungserscheinungen auftreten würden, sondern mit Hilfe einer Ultraschallspiegeloptik.

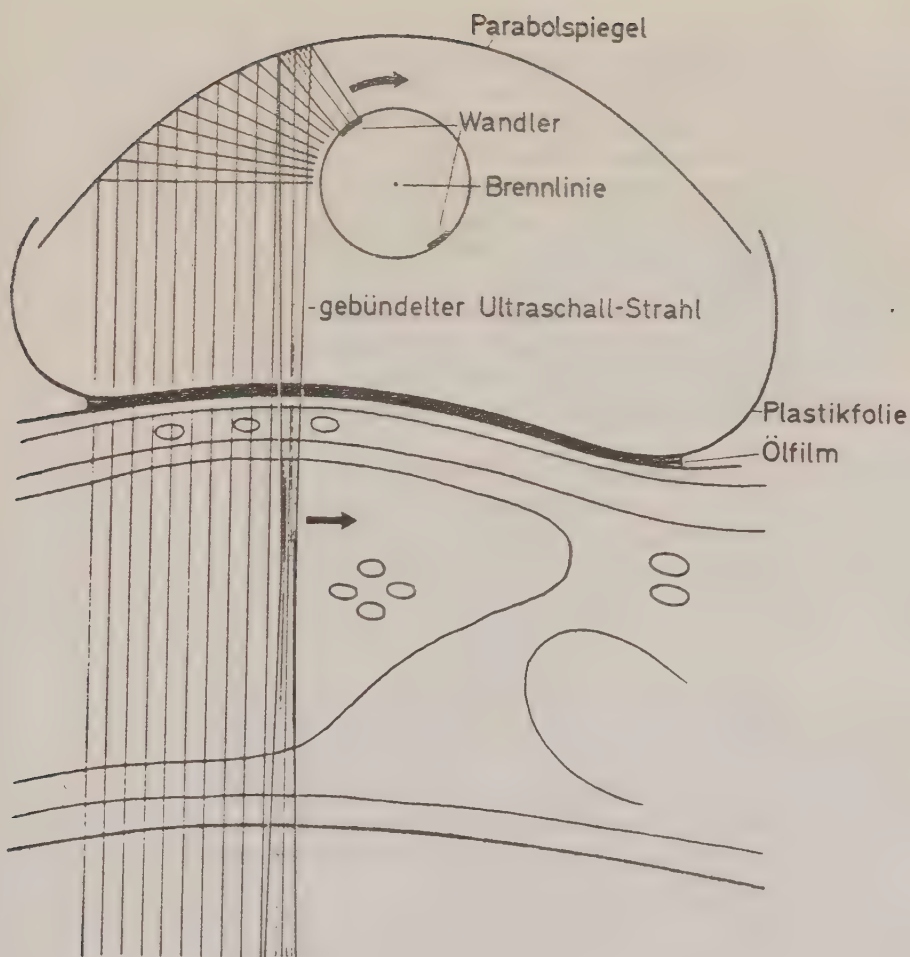


Abb. 4 : Scanning-Prinzip beim "Vidoson" nach SOLDNER (24).



Der Schallkopf dreht sich im Brennpunkt eines zylindrisch-parabolischen Spiegels. Die Ultraschallimpulse werden gegen den Spiegel ausgesandt und von diesem so reflektiert, daß sie unten parallel zueinander austreten, wenn der Sender sich dreht. Auf umgekehrtem Wege erreichen die Echos den Schallkopf, der jeweils nach Aussendung des Impulses auf Empfang umgeschaltet wird. Um die Rotationsgeschwindigkeit herabzusetzen, rotieren zwei einander entgegengesetzte Schallköpfe gleichzeitig, die abwechselnd für jeweils etwa  $180^{\circ}$  Drehwinkel betrieben werden. Somit rotiert der Schallkopf nur mit einer Drehzahl von etwa 8 Umdrehungen pro Sekunde.

Durch Verschiebung des Strahlerkopfes innerhalb des Schallapplikators kann die Schnittebene um maximal 3,5 cm kontinuierlich verschoben werden, ohne daß der Applikator selbst auf der Haut bewegt wird. Diese Möglichkeit kann beim Aufsuchen der günstigsten Schnittebene hilfreich sein.

Es werden etwa 2000 Impulse pro Sekunde ausgesandt, d.h. : pro Abtastung etwa 130 bis 140 Impulse. Pro Bild werden also etwa 130 bis 140 vertikale Zeilen geschrieben. Die vom Schallkopf maximal abtastbare Breite beträgt 14 cm, so daß pro Millimeter abgetasteten Körpersegmentes etwa eine Zeile geschrieben wird.

Die Eindringtiefe des Gerätes beträgt 20 cm. Um die Abbildung von Mehrfachechos, die innerhalb des Wassergefäßes auftreten können, zu vermeiden, muß die vom Schallimpuls durchlaufene Wasservorlaufstrecke mindestens 16 cm lang sein.

Auf dem Bildschirm wird das Schnittbild eines 14 x 15 cm großen Körperausschnitts dargestellt. Der Schirm hat eine Größe von 9,3 x 10 cm. Der Abbildungsmaßstab beträgt also 1 : 1,5.

Vor dem Bildschirm befindet sich eine beleuchtbare Rasterscheibe. Die Zeilenabstände auf dem Raster entsprechen einer Entfernung von 2 cm innerhalb des Körpers.

Zum Photographieren des Schnittbildes steht ein spezieller Photovorsatz mit Polaroidkamera zur Verfügung.

#### 4. U n t e r s u c h u n g s t e c h n i k : =====

Die Ultraschalluntersuchung bedarf keiner Vorbereitung des Patienten; Kontraindikationen gibt es nicht.

Die Untersuchung der Nieren erfolgt in Bauchlage auf einem flachen Untersuchungsbett. Um eine Streckstellung der Wirbelsäule zu erreichen, wird die Patientin aufgefordert, die Arme seitlich von der Liege herabhängen zu lassen. Um einen Ausgleich der Lendenlordose zu erzielen, wird bei Frauen in der frühen Schwangerschaft ein etwa 20 cm hohes Polster unter den Bauch gelegt.

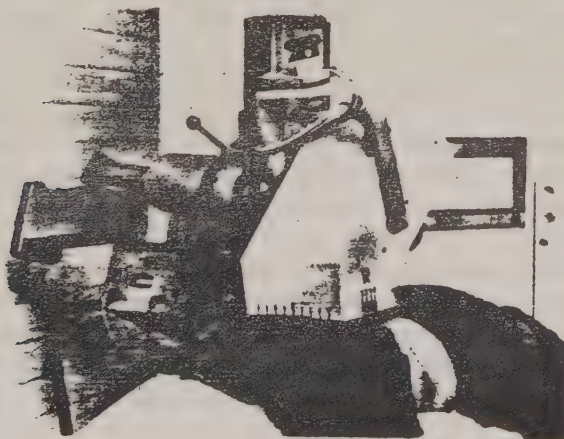


Abb. 5 : Sonographische Nierenuntersuchung mit dem "Vidoson".

Als Kontaktmittel zwischen der Folie des Ultraschallkopfes und der Haut verwenden wir ein farbloses Kontakt-

gel, da sonst die Ultraschallwellen an der Luftgrenze total reflektiert werden und nicht in den Körper eindringen können. Außerdem gewährleistet das Gel eine leichte Verschieblichkeit des Schallkopfes auf der Haut.

Nach Lösung der magnetischen Arretierung wird der Schallkopf auf dem Rücken der Patientin aufgesetzt. Einen orientierenden Überblick über die Lage der Nieren erhält man durch eine Darstellung im Querschnitt. Der Applikator wird mit seiner Längsachse senkrecht zur Körperachse aufgesetzt. In dieser Schnittebene können beide Nieren als Reflerschatten dargestellt werden. Anschließend wird jede Niere einzeln im longitudinalen Durchmesser untersucht. Der Schallkopf wird jetzt in die Richtung der Körperachse gedreht. Da der obere Nierenpol in der Regel durch die Rippen verdeckt wird - die Ultraschallwellen werden von den Rippen teils absorbiert und teils reflektiert, sodaß die darunter liegenden Gewebsanteile nicht mehr ausreichend zur Darstellung kommen können (Schallschatten) - ist es notwendig, durch Kippen des Schallkopfes den Einstrahlwinkel zu ändern und die Nieren schräg zu "schneiden". Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Nieren bei maximaler Inspiration zu untersuchen, da sie dann um einige Zentimeter tiefer treten. In einzelnen Fällen kann es notwendig werden, den oberen Nierenpol zwischen den Interkostalräumen zu durchschallen.

Bei dem von uns verwendeten B-scan entsteht auf dem Oszilloskop ein stehendes Bild der durchschallten Körperregion. Eigenbewegungen wie Atemverschiebung

können auf dem Bildschirm direkt beobachtet werden.

Das oszilloskopische Bild kann mit Hilfe einer Polaroid-kamera aufgenommen werden. Wir fertigten bei den untersuchten Patientinnen Photographien der longitudinalen Schnittbilder beider Nieren an. Um scharfe Bilder zu erhalten, wurden die Frauen aufgefordert, die Luft in maximaler Inspiration anzuhalten.

Zur Auswertung der Bilder verwendeten wir einen Stechzirkel und einen Maßstab. Als Maßstab benutzten wir die Photographie des auf dem Oszilloskop erscheinenden Rasters. Mit dem Stechzirkel wurden die Nierenlänge und -breite abgegriffen und auf dem Maßstab abgelesen. Bei Aufstauungen im Nierenbecken, die im Ultraschall als Spreizung der Reflexschatten der Kelchgruppen (s.u.) zu sehen sind, kann diese Veränderung ebenfalls ausgemessen werden.

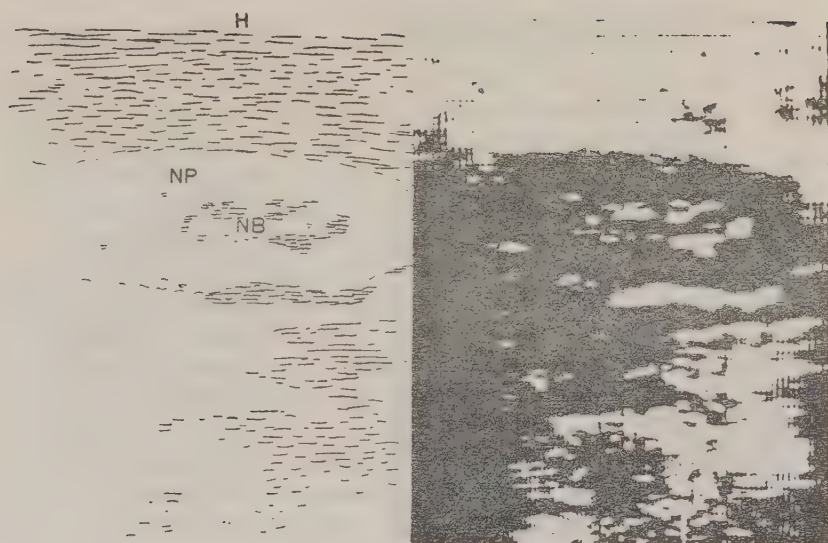
## 5. Beschreibung der sonographischen Nierenbilder;

### 5.1. Normale Niere

Im Ultraschallbild stellt sich die normale Niere im Längsschnitt in Form einer Ellipse dar. Die echo-starke Randzone wird von der Nierenkapsel (Fettgewebe und capsula propria) gebildet. Das deutliche Echo entsteht durch den großen Dichteunterschied zwischen Bindegewebe und Parenchym. Das Nierenparenchym selbst ist relativ echoarm, lediglich intrarenale Gefäße und Bindegewebssepten weisen einzelne Echos auf. Nierenbecken und Nierenhilus ergeben wiederum aufgrund des Dichteunterschiedes zum Parenchym ein kräftiges Reflexmuster. Das Nierenbecken erscheint als reflexreiches Band, das die Niere von einem Parenchymsaum umgeben in Längsrichtung durchzieht.

Auf Schrägschnitten oder Schnitten, die die Niere weiter lateral treffen, können nur einzelne Kelchgruppen getroffen sein. Schnittbilder des Nierenhilus zeigen durch die große Zahl der reflexgebenden Strukturen in diesem Gebiet (Pyelon, Ureter und Nierengefäße) ein echoreiches, strukturdichtes Bild.

Beim Nierenquerschnitt liegen die gleichen Verhältnisse vor, nur daß die Form von Nierenparenchym und Hohlraumsystem rund bis rund-oval erscheint.



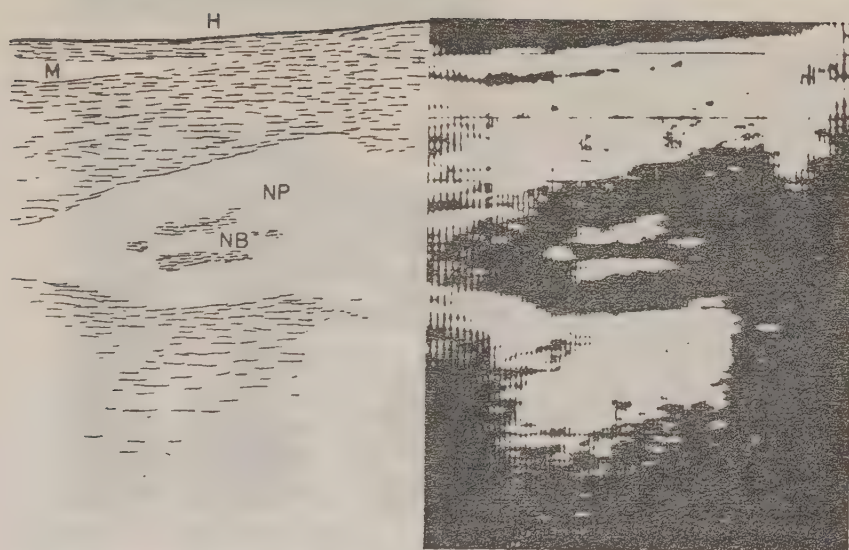
H= Haut; NP= Nierenparenchym,  
NB= Nierenbecken

Abb. 6 : Längsschnitt durch eine normale rechte  
Niere in p.a. Strahlengang.  
M Muskulatur, NP Nierenparenchym,  
KS Kelchsystem

## 5.2. Hydronephrose

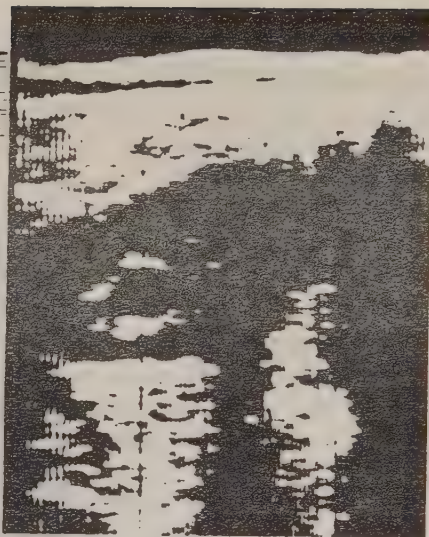
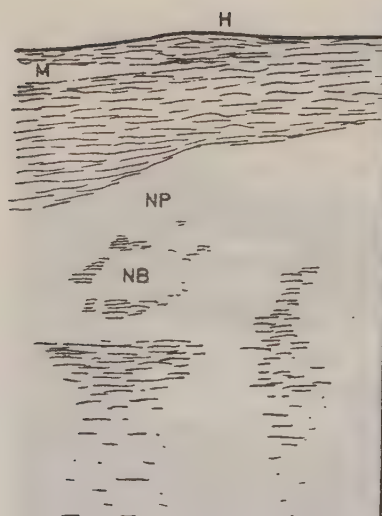
Das Reflexmuster bei der Hydronephrose ähnelt dem der Nierencyste. Der normalerweise geschlossen erscheinende Reflexschatten des Nierenbeckens ist bei der Hydronephrose gespreizt. Die Nierenbeckenwand erscheint auf dem Schnittbild als scharf ausgezogener Reflexschatten, der uringefüllte Hohlraum weist keine Strukturen auf. In frühen Stadien entwickelt sich ein echofreier Raum und wird größer, wenn die Stauung zunimmt. Bei länger bestehender Hydronephrose kommt es durch Druckatrophie zu einer Reduzierung des Nierenparenchyms, das dann wie ein schmaler Saum das gestaute Kelchsystem umgibt.

Auf sonographischen Längsschnitten sieht man bei milden Formen der Hydronephrose einen kleinen, zirkulären, echofreien Raum innerhalb des Reflexschattens des Nierenbeckens, der bei zunehmender Stauung sich vergrößert und dann eine ovale Form annimmt. Bei hochgradiger Hydronephrose ist das Kelchsystem sackförmig aufgestaut und nur von einem schmalen Parenchymsaum umgeben. Ein ähnliches Bild bei Hydronephrosen findet sich auch auf Querschnitten durch die Niere. Hier erscheint das gestaute Nierenbecken jedoch immer zirkulär, oft ist aber nur eine halbkreisförmige Struktur zu sehen, die von BARNETT (3) als "C-shaped echo-pattern" bezeichnet wird.



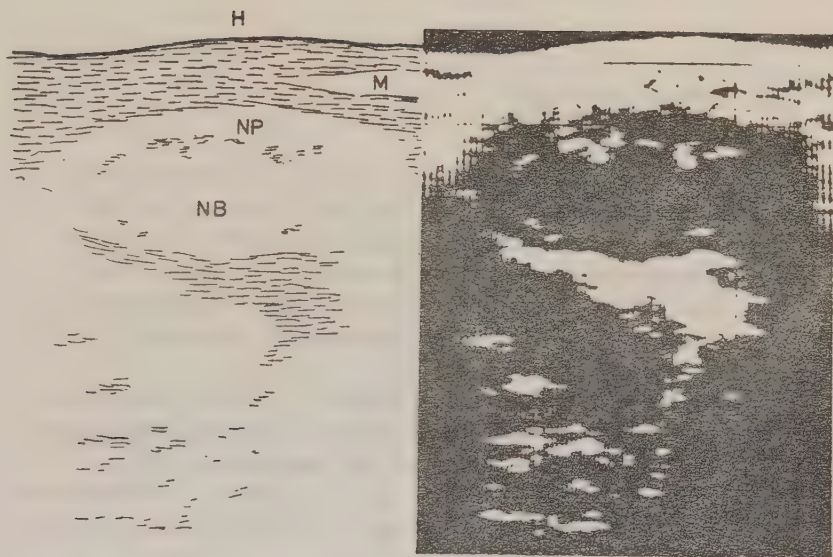
H=Haut; M= Muskulatur; NP= Nieren-  
Parenchym; NB= Nierenbecken

**Abb. 7 :** Leichte Form der Hydronephrose. Längs-  
schnitt im p.a. Strahlengang.  
H Haut, M Muskulatur, NB gestautes  
Nierenbecken, NP Nierenparenchym.



H= Haut, M= Muskulatur; NP= Nieren-  
Parenchym; NB= Nierenbecken

**Abb. 3 : Mittelschwere Form der Hydronephrose.**  
 Längsschnitt im p.a. Strahlengang.  
 H Haut, M Muskulatur, NB gestautes Nieren-  
 becken, NP Nierenparenchym.



H= Haut; M= Muskulatur; NP= Nieren-  
Parenchym; NB= Nierenbecken

Abb. 9 : Schwere Form der Hydronephrose. Längs-  
schnitt im p.a. Strahlengang.  
H Haut, M Muskulatur, NB gestautes Nieren-  
becken, NP Nierenparenchym.

## 6. Kollektiv \*\*\*\*\*

Wir untersuchten insgesamt 132 Patientinnen. Dabei handelte es sich in 108 Fällen um Frauen, die im Rahmen der Schwangerenversorgung zu einer routinemäßigen sonographischen Kontrolle der Gravidität aus der Poliklinik der Universitäts-Frauenklinik in das Labor für Ultraschall Diagnostik geschickt wurden.

24 der 132 Patientinnen wurden von niedergelassenen Ärzten überwiesen. Davon kamen 18 mit der Frage nach dem Gestationsalter, vier zum Ausschluß einer Zwillingschwangerschaft und zwei wegen des Verdachtes auf intrauterinen Fruchttod, der sich jedoch nicht bestätigen ließ.

Es handelte sich um gesunde Schwangere mit bis zum Zeitpunkt der Untersuchung normal verlaufener Schwangerschaft.

### 6.1. Altersverteilung

Die jüngste der untersuchten Patientinnen war 18 Jahre alt, die älteste untersuchte Schwangere war 40 Jahre alt; das Durchschnittsalter betrug 26,8 Jahre.

Die Altersverteilung ist aus Abbildung 10 zu ersehen.

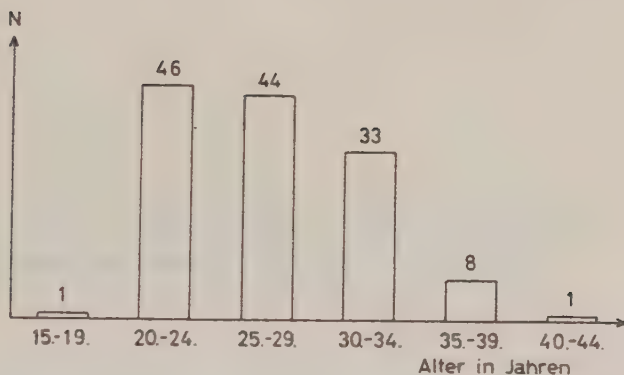


Abb. 10 : Altersverteilung

#### 6.2. Zeitpunkt der Untersuchung

Die sonographische Untersuchung der Niere erfolgte bei 132 Patientinnen zu einem einmaligen Zeitpunkt während der Schwangerschaft. 18 der 132 Frauen wurden dreimal während derselben Schwangerschaft untersucht, wobei je ein Termin in die frühe, mittlere und späte Schwangerschaft gelegt wurde.

Das folgende Diagramm gibt wieder, in welcher Schwangerschaftswoche die Erstuntersuchung vorgenommen wurde.

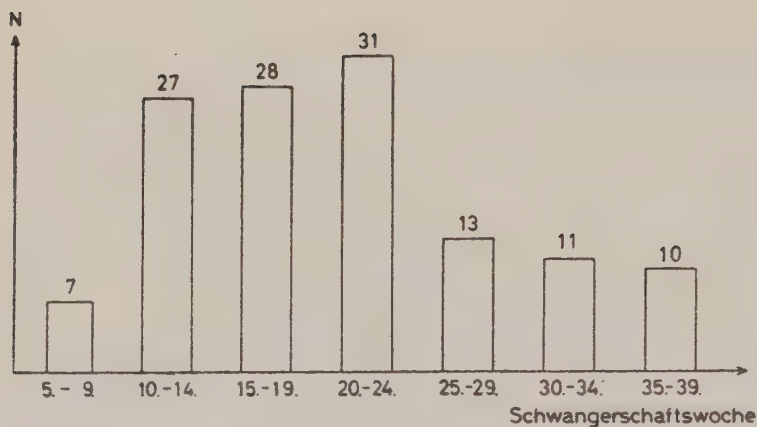


Abb. 11 : Anzahl der untersuchten Patientinnen in Abhängigkeit von der Schwangerschaftswoche.

### 6.3. Geburtenzahl der untersuchten Patientinnen

In dem von uns untersuchten Kollektiv fanden sich Frauen, die zwischen dem ersten und siebten Mal schwanger waren. Zweitgebärende waren mit 42,5 % am häufigsten vertreten; 39,6 % der Patientinnen erwarteten ihr erstes Kind. Die restlichen 21 % verteilten sich auf Dritt- bis Siebtgebärende.

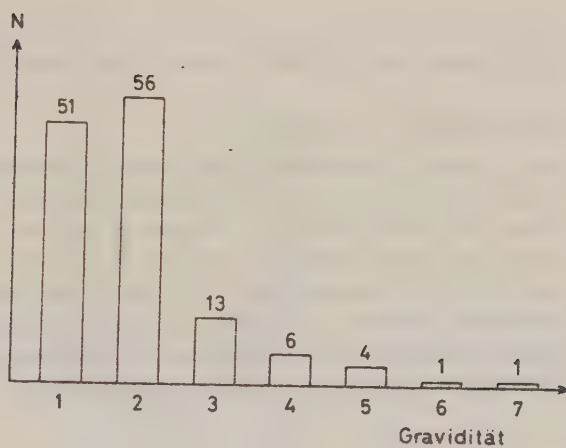


Abb. 12 : Anzahl der untersuchten Patientinnen  
in Abhängigkeit von der Geburtenzahl.

## 7. Beschreibung der Befunde:

### 7.1. Nierenlänge und Breite

Bei allen Patientinnen wurde sonographisch Nierenlänge und Breite bestimmt. Dabei fand sich rechts eine durchschnittliche Nierenlänge von 10,25 cm und eine Breite von 4,87 cm. Die linke Niere war im Mittel 10,12 cm lang und 4,78 breit. Die anatomisch bekannte Tatsache, daß die rechte Niere häufig tiefer steht, ließ sich auf Aufnahmen, die beide Kelchsysteme im Querschnitt zeigt, nachweisen.

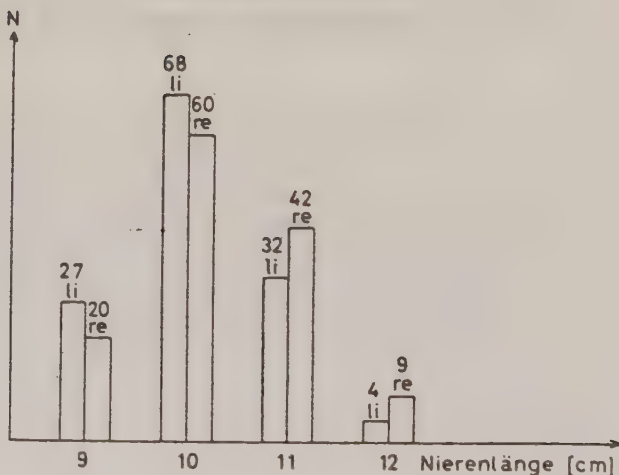


Abb. 13 : Nierenlänge rechts und links

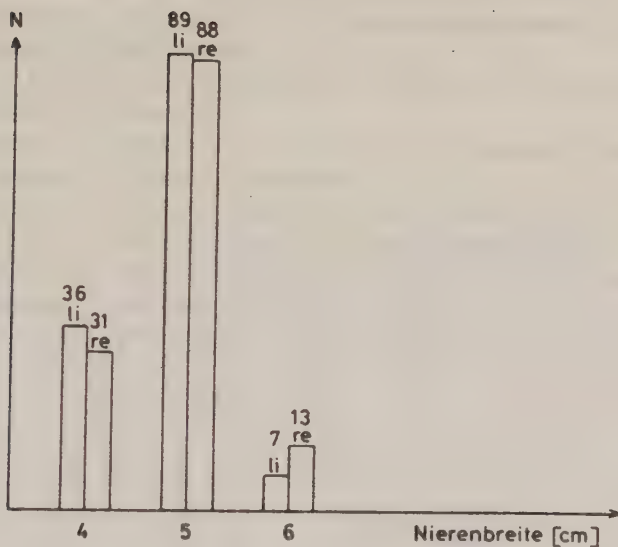


Abb. 14 : Nierenbreite rechts und links

## 7.2. Auftreten von Hydronephrosen rechts, links und beidseitig

Von den 132 zur Erstuntersuchung erschienenen Frauen wiesen 80 (60,6 %) einen beidseitig normalen Nierenbefund auf. Bei 52 (39,4 %) der 132 Patientinnen fand sich eine Aufstauung der ableitenden Harnwege. In 43 Fällen war die Hydronephrose nur rechts, in einem Fall nur links und achtmal beidseitig zu beobachten. In Abbildung 15 ist die Verteilung graphisch dargestellt.

Bei den acht Frauen mit beidseitiger Hydronephrose war in sechs Fällen die Aufstauung rechts höhergradig als links und in zwei Fällen rechts und links gleichstark ausgebildet.

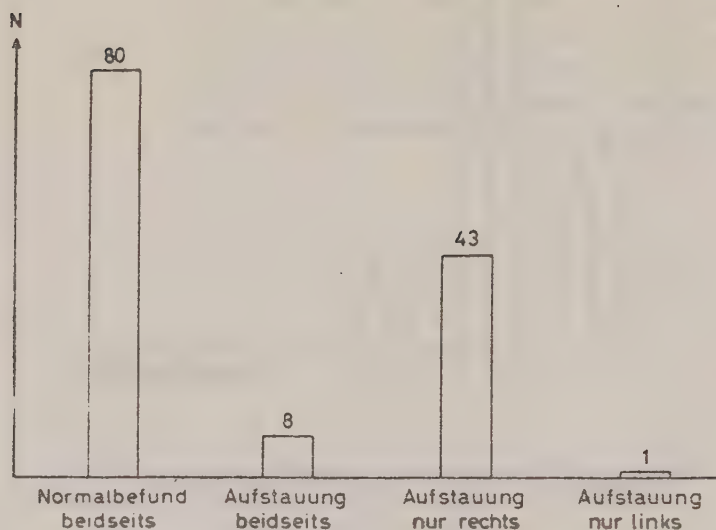


Abb. 15 : Verteilung der Häufigkeit rechtsseitiger, linksseitiger und beidseitiger Hydronephrosen.

### 7.3. Auftreten von Hydronephrosen in Abhängigkeit vom Alter der Patientin

Wir untersuchten weiter, ob eine Abhängigkeit zwischen dem Alter der Patientin und dem Auftreten von Nierenveränderungen besteht.

Die Patientinnen wurden in Altersgruppen in Fünfjahres-schritten eingeteilt.

Auf der rechten Seite fanden sich Aufstauungen des Nierenbeckens in allen Altersgruppen.

Auf der linken Seite waren in der niedrigsten (15 - 19 Jahre) und in der höchsten (40 - 45 Jahre) Altersgruppe keine Nierenveränderungen zu beobachten; es ist jedoch zu bedenken, daß von den 132 untersuchten Patientinnen nur neun eine Hydronephrose links aufwiesen.

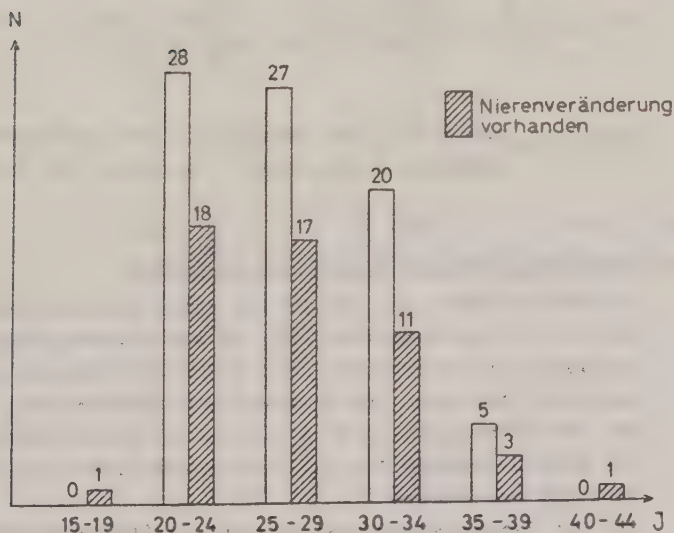
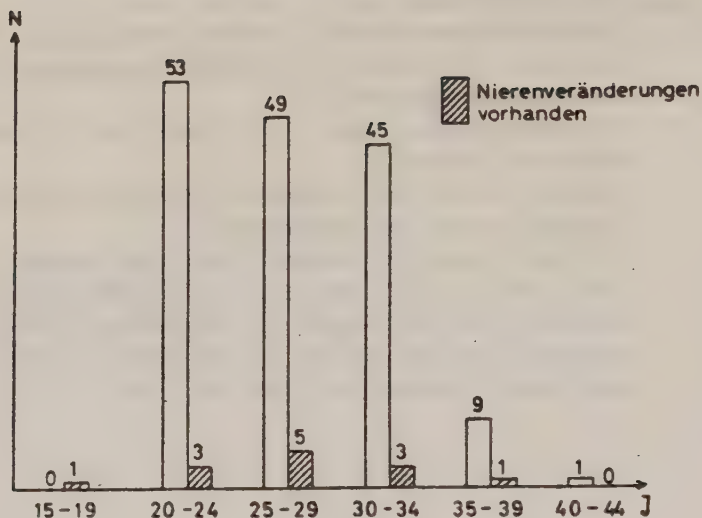


Abb. 16 : Verteilung der Häufigkeit von Hydronephrosen rechts in Abhängigkeit vom Alter der Patientin.



**Abb. 17 :** Verteilung der Häufigkeit von Hydronephrosen links in Abhängigkeit vom Alter der Patientin.

#### **7.4. Hydronephrosen bei Primiparae und Multiparae**

Wir untersuchten die 132 Patientinnen des Kollektivs weiter mit der Fragestellung, ob ein Zusammenhang zwischen der Geburtenzahl und dem Auftreten von Hydronephrosen besteht. Aus diesem Grund unterteilten wir die 132 Schwangere in 51 Erst- und 81 Mehrgebärende. Die Befunde wurden für die rechte und linke Seite getrennt untersucht.

Auf der linken Seite trat bei den 51 Erstgebärenden dreimal (5,8 %) eine Stauung des Nierenbeckens auf und bei den 81 Mehrgebärenden in 6 Fällen (6,6 %).

Auf der rechten Seite sahen die Verhältnisse folgendermaßen aus : 43 % der Primiparae, dagegen nur 34 % der Multiparae hatten Veränderungen im Sinne einer Hydro-nephrose. Nierenveränderungen rechts traten bei Primiparae zwar häufiger auf, jedoch ließ sich eine statistische Signifikanz nicht nachweisen.

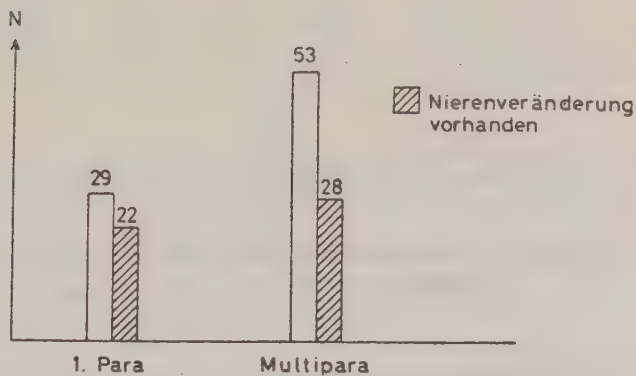


Abb. 18 : Verteilung der Häufigkeit von Hydronephrosen rechts bei Primiparae und Multiparae.

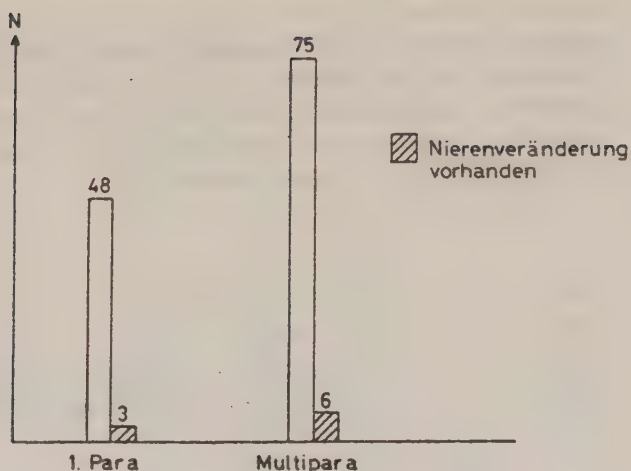
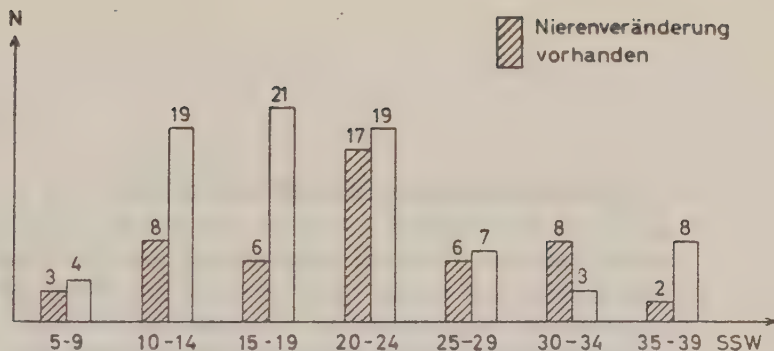


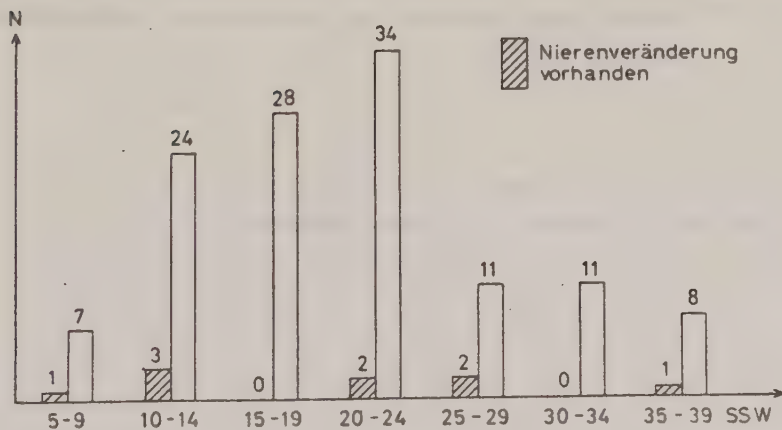
Abb. 19 : Verteilung der Häufigkeit von Hydronephrosen links bei Prim- und Multiparae.

#### 7.5. Auftreten von Hydronephrosen in Abhängigkeit von der Schwangerschaftswoche

Wir untersuchten die Frage, ob das Auftreten von Aufstauungen im Bereich der ableitenden Harnwege vom Alter der Schwangerschaft abhängig ist. Dabei wurde zunächst nur qualitativ unterschieden, ob das Kelchsystem unauffällig war oder ob eine Aufstauung vorlag, ohne auf das Ausmaß der Aufspreizung des Nierenhohlraumsystems einzugehen. Wir fanden Hydronephrosen sowohl in der frühen als auch in der mittleren und späten Schwangerschaft. Die sonographisch erhobenen Befunde sind für die rechte und linke Niere getrennt in den Abbildungen 20 und 21 graphisch dargestellt.



**Abb. 20 :** Verteilung der Häufigkeit von Hydronephrosen rechts in Abhängigkeit von der Schwangerschaftswoche



**Abb. 21 :** Verteilung der Häufigkeit von Hydronephrosen links in Abhängigkeit von der Schwangerschaftswoche

#### 7.6. Schweregrad der beobachteten Hydronephrosen

Bei allen Patientinnen mit einer Aufstauung der ableitenden Harnwege wurde die Aufspreizung des Kelchsystems ausgemessen. Wir fanden Fälle mit leichten Hydronephrosen entsprechend einer Spreizung um wenige Millimeter, aber auch schwere Formen mit Auseinanderweichen der Wände des Nierenbohlraumsystems auf Werte bis 45 mm.

Aus den nächsten beiden Abbildungen 22 und 23 ist die Häufigkeit des Auftretens der beschriebenen Veränderungen des Kelchsystems in Abhängigkeit vom Ausmaß der Aufspreizung ersichtlich.

Schwere Formen der Hydronephrose während der Schwangerschaft wurden nur auf der rechten Seite beobachtet; links traten keine Stauungen mit Spreizung des Kelchsystems über 25 mm auf.

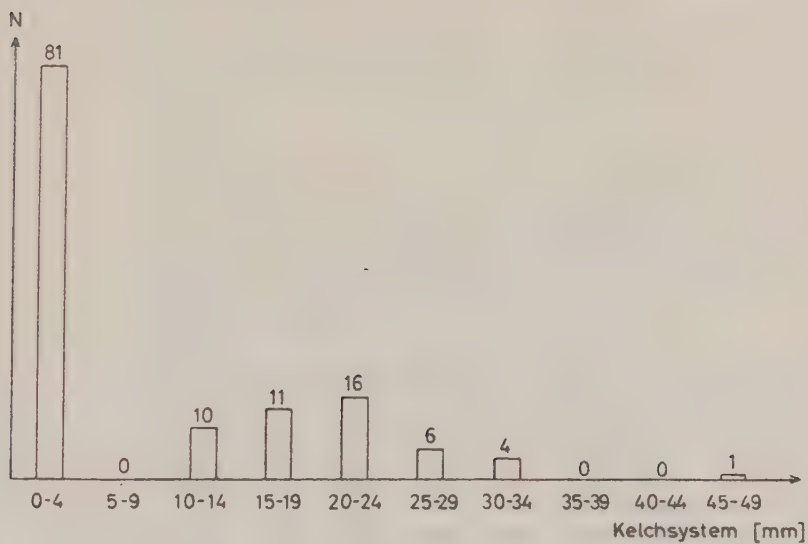


Abb. 22 : Häufigkeit des Auftretens einer Hydro-nephrose rechts in Abhängigkeit vom Ausmaß der Aufspreizung.

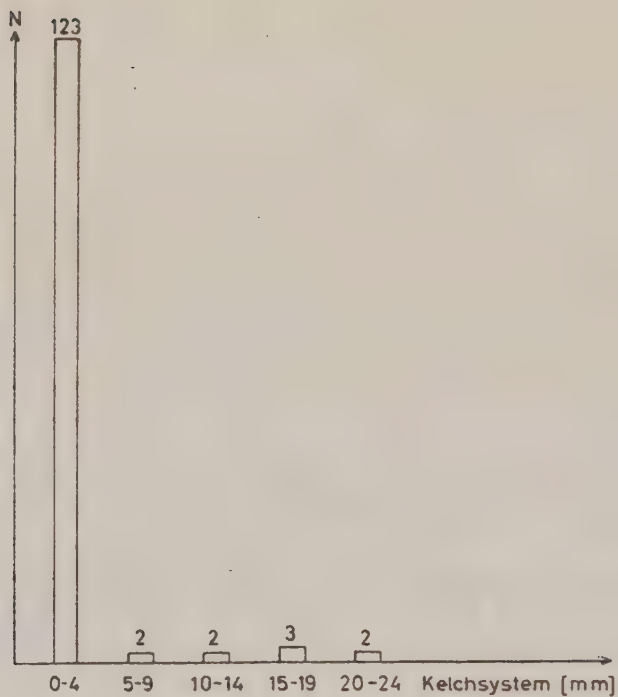


Abb. 23 : Häufigkeit des Auftretens einer Hydro-nephrose links in Abhängigkeit vom Ausmaß der Aufspreizung.

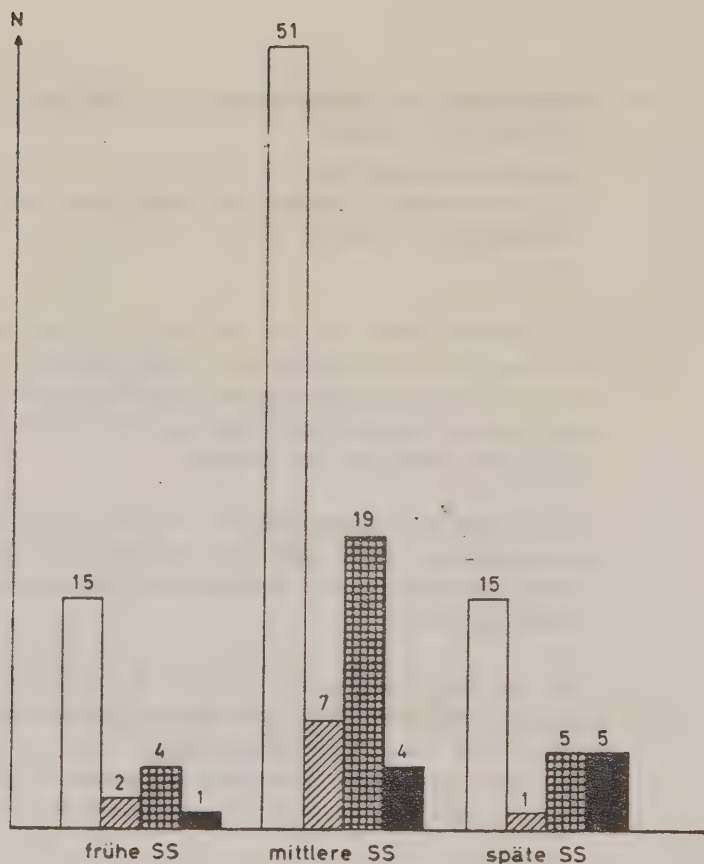
#### 7.7. Schweregrad der Hydronephrose in Abhängigkeit von der Schwangerschaftswoche

Anschließend untersuchten wir die Fragestellung, ob ein Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Nierenveränderung und dem Alter der Schwangerschaft zu finden ist.

Aus diesem Grund unterteilten wir die Grade der Aufstauung des Kelchsystems in leichte Formen (Spreizung auf 5 - 14 mm), mittelschwere (Spreizung auf 15 - 24 mm) und schwere Formen (Spreizung auf 25 - 45 mm). Diese Einteilung erfolgte willkürlich.

Unter früher Schwangerschaft ist die 1.-12. Schwangerschaftswoche, unter mittlerer die 13.-27. und unter später Schwangerschaft die 28.-40. Schwangerschaftswoche zu verstehen.

Bei der Untersuchung der rechten Niere fanden wir, daß leichte, mittelschwere und schwere Aufstauungen unabhängig vom Alter der Schwangerschaft in der frühen, mittleren und späten Gravidität vorkommen. Die erhobenen Befunde sind in Abbildung 24 graphisch dargestellt.



Frühe Schwangerschaft 1. - 12. SSW  
 mittlere " 13. - 27. SSW  
 späte " 28. - 40. SSW



normaler Befund  
 leichte Veränderung Spreizung auf 5 - 14 mm  
 mittelschwere " " " 15 - 24 mm  
 schwere " " " 25 - 45 mm

Abb. 24 : Verteilung der Häufigkeit leichter, mittel-schwerer und schwerer Formen der Hydronephrose rechts in der frühen, mittleren und späten Schwangerschaft.

Mit derselben Fragestellung untersuchten wir auch die Verhältnisse an der linken Niere.

Schwere Formen der Hydronephrose wurden auf der linken Seite nicht gefunden. Die folgende Tabelle gibt die Häufigkeit des Auftretens leichter und mittelschwerer Grade der Aufstauung der linken ableitenden Harnwege in der frühen, mittleren und späten Schwangerschaft wieder. Gleichzeitig wurde jeweils die Anzahl der Normalbefunde mit angeführt.

|             | normaler Befund | leichte Veränderung | mittelschwere Veränderung | schwere Veränderung |
|-------------|-----------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| frühe SS    | 21              | 2                   | 1                         | 0                   |
| mittlere SS | 66              | 1                   | 2                         | 0                   |
| späte SS    | 25              | 1                   | 1                         | 0                   |

Tab. 2 : Verteilung der Häufigkeit leichter, mittelschwerer und schwerer Formen der Hydronephrose links in der frühen, mittleren und späten Schwangerschaft.

### 7.8. Hydronephrose und Nierenerkrankung in der Vorgeschichte

Zur Klärung der Frage, welche klinische Bedeutung der Hydronephrose während der Schwangerschaft zukommt, erhoben wir bei den 132 Patientinnen des Kollektivs eine genaue Anamnese hinsichtlich Vorerkrankungen der Niere.

Von den 132 Frauen gaben 12 eine Pyelonephritis in der Anamnese an, dabei handelte es sich in zwei Fällen um eine chronisch rezidivierende Form. Bei einer Patientin war vor der Schwangerschaft der röntgenologische Verdacht auf einen Nierenbeckenstein rechts gestellt worden. Eine Patientin hatte einen urographisch gesicherten Ureter fissus rechts. Acht Frauen klagten zum Zeitpunkt der Untersuchung über ziehende Schmerzen in der rechten Lende bei klopfischmerzhaftem Nierenlager rechts, aber unauffälliges Urinbefund.

Bei den 132 Patientinnen fand sich in 52 Fällen eine Aufstauung des Nierenbeckens. Bei 38 (73,1 %) dieser 52 Patientinnen mit pathologischem Ultraschallbefund der Niere war klinisch nie eine Erkrankung der ableitenden Harnwege aufgetreten.

22 der 132 Patientinnen des Kollektivs gaben Nierenerkrankungen in der Anamnese an. Von diesen 22 Frauen wiesen 14 (63,6 %) eine Spreizung des Nierenbeckens auf, in acht Fällen (36,4 %) war der sonographische Befund unauffällig.

Die folgende Tabelle ordnet den anamnestisch erhobenen Nierenerkrankungen den Ultraschallbefund zu.

|                                                                 | Anzahl | pathologischer<br>Ultraschall-<br>befund | unauffälliger<br>Ultraschall-<br>befund |
|-----------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Lendenschmerzen mit<br>klopfschmerzhaftem<br>Nierenlager        | 8      | 4                                        | 4                                       |
| Pyelonephritis in der<br>Anamnese                               | 10     | 6                                        | 4                                       |
| chronisch rezidivie-<br>rende Pyelonephritis<br>in der Anamnese | 2      | 2                                        | 0                                       |
| Nierensteine                                                    | 1      | 1                                        | 0                                       |
| Ureter fissus                                                   | 1      | 1                                        | 0                                       |
| gesamt                                                          | 22     | 14                                       | 8                                       |

Tab. 3 : Anamnestic Angaben und sonographischer  
Befund.

#### 7.9. Verlaufskontrolle von 15 Patientinnen

Von den insgesamt 132 Frauen des Kollektivs wurden 15 Patientinnen an drei Terminen während derselben Schwangerschaft untersucht, wobei der erste Termin in der frühen Schwangerschaft (1.-12. Schwangerschaftswoche), der zweite in der mittleren (12.-27. Schwangerschaftswoche) und der dritte in der späten Schwanger-

ischaft (28.-40. Schwangerschaftswoche) lag. Die Auswahl dieser 15 Patientinnen erfolgte nach keinen besonderen Kriterien; es handelte sich um gesunde Schwangere, die im Rahmen der Schwangerenbetreuung aus der Poliklinik in das Labor für Ultraschall-diagnostik geschickt wurden. Die Gruppe dieser 15 Frauen, deren Nieren im Laufe der Schwangerschaft dreimal sonographisch kontrolliert wurden, soll im Folgenden gesondert untersucht werden.

Der Termin für die Untersuchung in der frühen Schwangerschaft lag zwischen der 6. und 11. Schwangerschaftswoche (Mittelwert 9,2. Schwangerschaftswoche). Die Untersuchung in der mittleren Schwangerschaft wurde zwischen der 13. und 27. Schwangerschaftswoche (Mittelwert 23,06. Schwangerschaftswoche) und die in der späten Schwangerschaft zwischen der 29. und 39. Schwangerschaftswoche (Mittelwert 33,9. Schwangerschaftswoche) durchgeführt.

Die Patientinnen dieses Kollektivs waren im Mittel 27,66 Jahre alt, die jüngste Frau war 20, die älteste 38 Jahre alt.

Sieben dieser Patientinnen befanden sich in der ersten Schwangerschaft, sechs in der zweiten, eine in der dritten und eine in der fünften Schwangerschaft.

Bei der Auswertung der Befunde dieses aus 15 Patientinnen bestehenden Kollektivs sollen, wie bei den vorigen Fragestellungen auch, die Verhältnisse für die rechte und linke Niere zunächst gesondert betrachtet werden.

Bei der Untersuchung in der frühen Schwangerschaft wiesen 2 der 15 Frauen (13,3 %) eine Aufstauung im Bereich der rechten abführenden Harnwege auf, in der mittleren Schwangerschaft waren es 7 von 15 Patientinnen (46,6 %) und in der späten Schwangerschaft hatten 6 der 15 Untersuchten (40 %) einen pathologischen Nierenbefund.

Auf der linken Seite wurden in der frühen Schwangerschaft keine Nierenveränderungen festgestellt, in der mittleren Schwangerschaft bei einer Patientin (6,6 %) und in der späten Schwangerschaft bei drei Frauen (20 %).

Die oben beschriebenen Befunde sind in den beiden folgenden Diagrammen graphisch dargestellt :

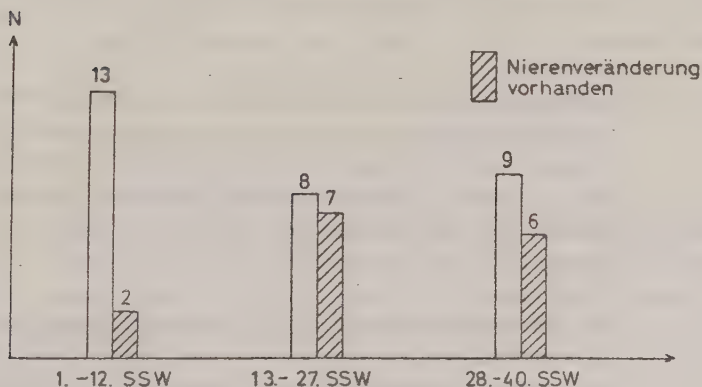
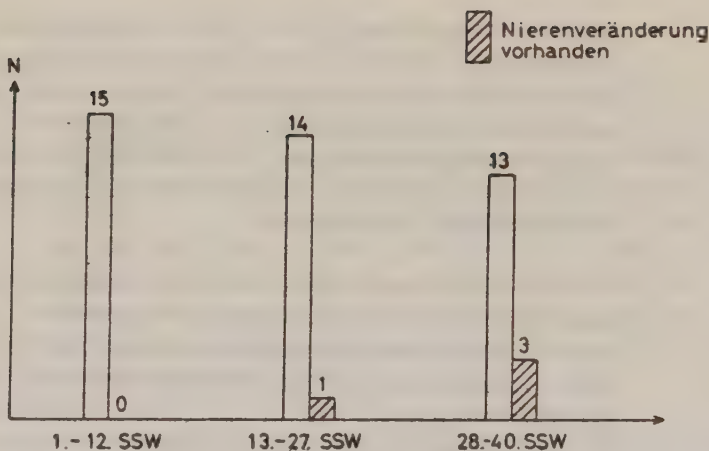


Abb. 25 : Verteilung der Häufigkeit von Hydronephrosen rechts in der frühen, mittleren und späten Schwangerschaft



**Abb. 26 :** Verteilung der Häufigkeit von Hydronephrosen links in der frühen, mittleren und späten Schwangerschaft

Es handelte sich in allen Fällen, in denen eine Aufstauung vorlag, um leichte oder mittelschwere Veränderungen (Aufspreizung auf 5 - 24 mm) ; lediglich eine Frau wies bei der Untersuchung in der mittleren Schwangerschaft eine Spreizung des rechten Nierenbeckens auf 30 mm auf.

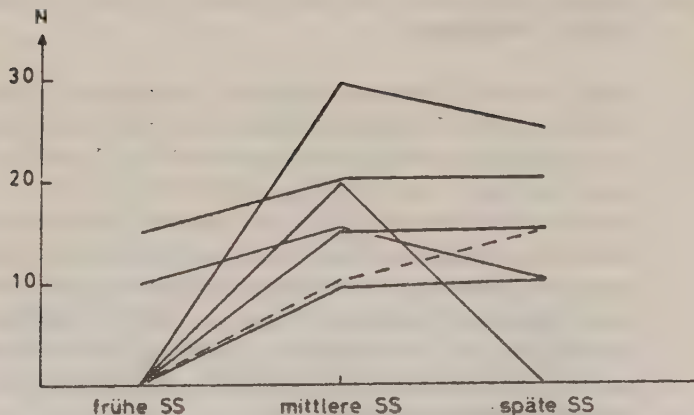
Nierenveränderungen auf der rechten Seite waren auch in diesem Kollektiv deutlich häufiger als links; bei den insgesamt 45 Untersuchungen (jede der 15 Patientinnen wurde zu drei Zeitpunkten während der Schwangerschaft untersucht) fanden sich Aufstauungen rechts 15 mal, auf der linken Seite dagegen nur 4 mal. Mit Ausnahme eines Falles war bei Aufstauung links auch die rechte Niere betroffen, wobei das Ausmaß der Stauung rechts stets höhergradig oder gleich der linken Seite war.

Die 15 Patientinnen dieses Kollektivs wurden zur Verlaufskontrolle an drei Terminen während derselben Schwangerschaft untersucht.

Zwei Frauen wiesen Aufstauungen des rechten Nierenbeckens sowohl in der frühen Schwangerschaft als auch in der mittleren und späten Schwangerschaft auf. Bei der einen fand sich gleichzeitig eine Aufspreizung links, aber lediglich in der mittleren und späten Schwangerschaft. Die andere Patientin mit an allen drei Untersuchungsterminen pathologischen Nierenbefunden rechts hatte in der frühen und mittleren Schwangerschaft zunächst links einen unauffälligen Befund, wies dann jedoch in der späten Schwangerschaft auch eine Aufspreizung des linken Nierenbeckens auf.

Vier Patientinnen hatten pathologische Nierenbefunde in der mittleren und späten Schwangerschaft ausschließlich rechts. Bei einer Patientin beobachteten wir eine leichte Hydronephrose links in der 37. Schwangerschaftswoche; bei den Voruntersuchungen in der frühen und mittleren Schwangerschaft waren unauffällige Nierenbefunde beidseits erhoben worden.

In der Abbildung 27 ist für die Patientinnen mit pathologischem Nierenbefund rechts der Verlauf als Kurve dargestellt, wobei auf der Ordinate der Untersuchungszeitpunkt und auf der Abszisse das Ausmaß der Stauung abgetragen ist.



**Abb. 27 :** Änderung des Ausmaßes der Aufstauung des rechten Kelchsystems im Verlauf der Schwangerschaft bei sieben Patientinnen.

#### 7.10. Nierencysten

Als Nebentbefund fanden wir bei sechs Patientinnen kleinere Nierencysten mit Durchmessern zwischen 2 und 5 cm. Bei einer Schwangeren fanden wir zwei Nierencysten, eine am oberen und eine am unteren Pol der linken Niere. Keine dieser Patientinnen hatte Beschwerden vonseiten der Niere, der Befund war ihnen bis zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht bekannt.

Kleinere Nierencysten sind ein häufiger und in der Regel harmloser Befund an gesunden Nieren, die Erwähnung erfolgt hier nur der Vollständigkeit halber.

## 8. Diskussion

=====

### 8.1. Dilatation und Pyelonephritis gravidarum

Eine Pyelonephritis wird bei etwa 2 % aller Schwangeren beobachtet (5). Asymptomatische Bakteriurien sind noch häufiger; eingehende Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß Bakteriurien ohne die klinischen Zeichen einer Nierenbeckenentzündung bei 5 - 10 % aller Schwangeren vorkommen (5). Nach Ansicht von KASS (8) bildet sich bei 40 % dieser Patientinnen eine Pyelonephritis gravidarum aus. Infektionen der ableitenden Harnwege stellen nicht nur eine Gefahr für die Patientin dar, sondern bedeuten auch ein Risiko für die Schwangerschaft. Frauen mit einer Pyelonephritis gravidarum bringen drei- bis viermal häufiger Frühgeburten oder untergewichtige Kinder zur Welt als nierengesunde Patientinnen. Bezüglich der ebenfalls höchste Beachtung verdienenden Feststellung, daß bei asymptomatischer Bakteriurie auch eine Gefährdung der Frucht zu beobachten ist, herrscht noch keine Einigkeit.

Die Gefährdung der Mutter ist im Übergang einer asymptomatischen Bakteriurie zu einer Pyelonephritis gravidarum zu sehen. Als mitverantwortlich für diesen Übergang wird in der Literatur die Dilatation der ableitenden Harnwege während der Schwangerschaft angesehen, wodurch Aszension und Keimvermehrung begünstigt wird (5, 28).

### 8.2. Ultraschall in der Diagnostik der ableitenden Harnwege

Die Tatsache, daß es bei Schwangeren zu einer Dilatation der ableitenden Harnwege kommen kann, ist schon lange bekannt. So beschrieb bereits COURVEILHIER im Jahre 1842 in Sektionsprotokollen versterbener Schwangerer Hydronephrosen und Hydroreter besonders auf der rechten Seite. Dieser auffällige Befund wurde von Klinikern aufgegriffen, die mit röntgenologischen Methoden dasselbe Phänomen auch bei Lebenden nachweisen konnten.

Die systematische Erforschung der Hydronephrose in der Schwangerschaft war insofern erschwert, als bis zum Einsatz der Sonographie die Ausscheidungsurographie die einzige Möglichkeit in der Diagnostik der Hydronephrose war. Der Einsatz radiologischer Methoden in der Schwangerschaft, besonders während der frühen Gravidität, ist wegen der Strahlenbelastung problematisch und sollte nur unter strenger Indikationsstellung erfolgen. Insofern ist die Benutzung röntgenologischer Methoden zur Erforschung von Nierenveränderungen gesunder Schwangerer nicht zu vertreten.

Wegen der Unschädlichkeit bei fehlender Strahlenbelastung bot sich deshalb die Sonographie in der Diagnostik von Nierenerkrankungen als Alternative zur Röntgendiagnostik an.

Der von uns eingesetzte B-scan erwies sich als brauchbar bei der Beurteilung der ableitenden Harnwege; eine Ausmessung des von uns zu beurteilenden Nierenbeckens war mit großer Genauigkeit möglich. Über eine ähnliche Erfahrung berichtet auch SANDERS (23). In einer Studie an 26 Patienten mit ein- oder beidseitiger Hydronephrose verschiedener Schweregrade erwies sich die Sonographie als brauchbare Methode in der Nierendiagnostik. Als Nachteil erwähnt SANDERS (23), daß die Darstellung des Ureters nicht wie bei der Röntgendiagnostik möglich ist, da dieser nach kurzem Verlauf hinter den knöchernen Strukturen des Beckens verschwindet, die eine Totalreflexion des Ultraschalls bewirken.

PITTS (19) bezeichnet den Ultraschall in der Nierendiagnostik als nicht-invasive, schnelle und schmerzlose Methode mit guter Aussagekraft. In einer Studie an 100 Patienten mit Erkrankungen der Niere habe sich die sonographisch gestellte Diagnose in 92 Fällen als richtig erwiesen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch BARNETT (3).

Man wird auch in Zukunft nicht auf die Röntgendiagnostik der Niere verzichten können; eine Beurteilung der Nierenpapillenform und Aussagen über Weite und Verlauf des Ureters sind sonographisch nicht möglich. Bei Überlagerung der Niere durch knöcherne Strukturen wie Rippen oder das Becken wird die Ultraschalluntersuchung erschwert oder unmöglich. Auf der anderen Seite ist die Sonographie den röntgenologischen Methoden überlegen, wenn bei hochgradiger Niereninsuffizienz oder bei stummer Niere eine Ausscheidungsurographie nicht möglich ist.

Für unsere Fragestellung erwies sich die Sonographie als ausreichend genaue, schnell durchführbare und wenig invasive Methode, die nicht durch Strahlenbelastung und die Möglichkeit der Kontrastmittelallergie einer Indikationsstellung bedarf.

### 8.3. Hypothesen über die Entstehung der Dilatation

Die bei der intravenösen Urographie zur Darstellung kommende Erweiterung der ableitenden Harnwege gesunder Schwangerer wurde auf zwei Arten zu erklären versucht.

Die mechanische Hypothese (7, 18) sieht die Ursache vor allem in einer Kompression durch den wachsenden Uterus. Zur Belegung dieser Annahme wird unter anderem angeführt, daß einerseits bei Graviden die Dilatation nach Entlastung der Ureteren durch Einnahme der Knie- Ellenbogen-Lage wieder verschwindet (7), andererseits auch bei Nichtgraviden durch einen vier Minuten dauernden Druck auf das Abdomen eine Erweiterung provoziert werden könne (7). Für eine mechanische Kompression des Ureters spricht auch der von WANGENBICHLER (28) und RUBI (22) beschriebene Befund, daß der pelvine Anteil des Ureters von der Aufstauung nie mitbetroffen sei. Dieses Phänomen wird so erklärt, daß der Ureter im Beckeneingang zwischen der vorspringenden Linea terminalis und dem graviden Uterus komprimiert wird (7, 18, 22). So sei es auch zu deuten, daß die bei großen Uterusmyomen und gutartigen Ovarialtumoren in einer Vielzahl der Fälle auftretende Stauung nie am pelvinen Anteil des Ureters zu beobachten sei.

Der auch von uns beobachtete Befund, daß die rechten ableitenden Harnwege von einer Dilatation deutlich häufiger betroffen sind, wird von WANGENBICHLER (28) und TANDLER (26) mit dem besonderen topographisch-anatomischen Verlauf des rechten Ureters erklärt, der nach der Kreuzungsstelle in seinem Verlauf mit der rechten Arteria iliaca communis sich nach außen wendet und somit weiter vom schützenden Promontorium entfernt verläuft als der linke Ureter.

#### Hormonelle Hypothese

Nach der anderen, besonders von dem Gynäkologen STOECKEL (25) propagierten Hypothese kommt die Dilatation primär aufgrund einer hormonal bedingten Hypotonie zustande, wobei mechanische Momente bestenfalls verstärkend wirken können (25). Als Argument für eine graviditätsinkretorisch bedingte Atonie führt STOECKEL (25) an, daß eine Dilatation auch bei Blasenmolen beobachtet wird, bei denen der Uterus aufgrund seiner Größe nicht für eine mechanische Kompression der Ureteren am Beckeneingang verantwortlich gemacht werden kann. Diese Ansicht wird von ANGER (1) geteilt, der Dilatationen in den ersten Wochen der Schwangerschaft beschrieb, ein Befund, der auch von uns beobachtet wurde.

VAN WAGENEN und JENKINS (27) hysterotomierten schwangere Rhesusaffen und entfernten die Frucht unter Belassung der Placenta. Bei Ausscheidungsurographien einige Wochen post operationem fanden sie Hydrourephrosen und Hydroureter bei kleinen Uteri und intakter Placentarfunktion.

Zur Klärung der Frage, ob Steroidhormone eine Wirkung auf die Muskulatur der ableitenden Harnwege haben, wurden in vitro Versuche an menschlichen Uretern durchgeführt.

KUMAR (17) berichtet über einen hemmenden Effekt von Progesteron auf die Uretermuskulatur; diese Wirkung konnte bei den anderen Steroidhormonen nicht nachgewiesen werden. Zu dem gleichen Ergebnis kam auch ANGER (1) in einer Motilitätsstudie an isolierten, menschlichen Uretersegmenten. Nach GOLENHOFEN (6) unterliegt die Ureterperistaltik u.a. auch der Wirkung des Nervus sympathicus. RAZ und Mitarbeiter (21) wiesen in ihrer Arbeit eine Wirkung der Östrogene auf die alpha-Rezeptoren und der Progesterone auf die beta-Rezeptoren nach. Sie schlossen daraus, daß die Ureterdilatation eine Wirkung von Progesteron auf beta-Rezeptoren in der Wand des Ureters sei.

Die Ansicht, daß der Dilatation hormonelle Ursachen zugrunde liegen, blieb nicht unwidersprochen. Insbesondere gegen die hormonelle Hypothese spricht die Tatsache, daß von der Aufstauung fast ausschließlich die rechte Seite betroffen wird (28).

Mit beiden Hypothesen ist schwer zu erklären, warum eine Aufstauung nicht obligatorisch bei allen Schwangeren vorhanden ist, obwohl ja besonders die hormonellen Verhältnisse bei allen Schwangeren ähnlich sein dürften. STOECKEL (25) und WANGENBICHLER (28) kommen zu der Ansicht, daß möglicherweise beide Komponenten in der Ätiologie der Dilatation der ableitenden Harnwege in der Schwangerschaft zusammenspielen.

Eine abschließende Beantwortung dieser Frage erscheint uns zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich.

#### 8.4. Hydronephrose und Schwangerschaft, Befunde anderer Autoren

Die Tatsache, daß sich während der Schwangerschaft Stauungen der ableitenden Harnwege ausbilden können und daß dieser Befund zumeist auf der rechten Seite zu beobachten ist, wird in der Literatur von nur wenigen Autoren angezweifelt. Ganz verschiedene Angaben werden jedoch über die Häufigkeit dieses Befundes gemacht.

In den dreißiger Jahren wurde von KRETSCHMER (16) und PUHL (20) eine Dilatation der ableitenden Harnwege in bis zu 100 % aller Fälle beobachtet.

Von BREZINA (4) wurden 183 Frauen in den ersten Tagen post partum untersucht. Er fand bei 96 % der Patientinnen eine Dilatation der ableitenden Harnwege bis zu Hydronephrosen und Hydrouretern schwerster Grade. BREZINA ging davon aus, daß Dilatationen kurz post partum keinesfalls seltener seien als am Ende der Schwangerschaft.

Eine ganz gegenteilige Auffassung vertritt KREMLING (13); er fand bei seinen Untersuchungen gesunder Schwangerer keine Dilatation des Nierenhohlraumsystems. Allenfalls für kurze Zeit anhaltende Aufstauungen, die sich auf Spätaufnahmen nach der Ausscheidungsurographie

nicht mehr nachweisen ließen, nannte er "tonogene Dilatation", - ein Begriff, der heftig umstritten war (28).

Wir stimmen weitgehend mit den Befunden überein, die WANGENBICHLER (28) in einer Studie an 75 gesunden Schwangeren erhoben hat. Von den 75 untersuchten Patientinnen hatten 45 (60 %) eine Dilatation der ableitenden Harnwege, während 30 Frauen ein vollkommen normales Pyelogramm aufwiesen. Bei 6 der 45 Patientinnen mit pathologischem Pyelogramm war die Dilatation hochgradig. WANGENBICHLER fand Hydronephrosen nur rechts 25 mal, nur links zweimal, während in 18 Fällen beide Seiten betroffen waren, doch auch hier rechts stärker als links.

Nicht übereinstimmen können wir jedoch mit WANGENBICHLERS Ansicht (28), daß Hydronephrosen häufiger bei Multiparae als bei Primiparae vorkommen. Wir schließen uns in diesem Punkt der Meinung von HARROW (7) an, der wie wir Hydronephrosen häufiger bei Erstgebärenden beobachtete.

#### 8.5. Zusammenfassung der von uns erhobenen Befunde

Wir untersuchten bei insgesamt 132 Patientinnen sonographisch die Nieren während der Schwangerschaft. Die Ultraschalluntersuchung wurde zu einem einmaligen Zeitpunkt zwischen der 9. und 39. Schwangerschaftswoche durchgeführt. Die Patientinnen waren zwischen 18 und 40 Jahre alt, im Kollektiv befanden sich Erst- und Mehrgebärende, alle Frauen waren zum Zeitpunkt der Untersuchung gesund.

Bei 52 (39 %) der 132 untersuchten Frauen traten Stauungen im Bereich der ableitenden Harnwege auf, wobei die rechte Niere deutlich häufiger betroffen war als die linke; 43 mal fanden sich Hydronephrosen rechts, einmal links und 8 mal beidseitig.

Primiparae hatten häufiger einen pathologischen Ultraschallbefund der Niere als Multiparae; 43 % der Erstgebärenden, aber nur 34 % der Mehrgebärenden zeigten Veränderungen im Sinne einer Hydronephrose.

Das Auftreten von Aufstauungen im Bereich der ableitenden Harnwege erwies sich als unabhängig vom Alter der Schwangeren.

Ebenso bestand kein Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Hydronephrosen und dem Alter der Schwangerschaft; d.h. es kamen Aufstauungen sowohl in der frühen, als auch in der mittleren und späten Schwangerschaft vor.

Auch das Ausmaß der Aufstauung erwies sich als unabhängig vom Zeitpunkt der Untersuchung; leichte, mittelschwere und schwere Formen der Hydronephrose kamen in statistisch unauffälliger Verteilung in der frühen, mittleren und späten Schwangerschaft vor.

Von den 52 Frauen mit sonographisch festgestellter Hydronephrose hatte keine einen pathologischen Urinbefund. 8 dieser 52 Patientinnen gaben einen ziehenden Schmerz in der Lendenregion bei klopfischmerzhaftem Nierenlager an, die übrigen 48 Frauen zeigten keinen klinischen Befund, der auf eine Erkrankung der Niere hindeutete.

Patientinnen, die in ihrer Anamnese eine Pyelonephritis angaben, hatten häufiger einen pathologischen sonographischen Nierenbefund als Frauen mit leerer Anamnese hinsichtlich Nierenerkrankungen. Von den 12 Patientinnen mit einer Nierenbeckenentzündung in der Vorgeschichte hatten 8 (66 %) eine Hydronephrose, während im Gesamtkollektiv eine Hydronephrose nur in 39 % aller Fälle auftrat.

Bei 15 Patientinnen wurde zur Verlaufskontrolle die sonographische Untersuchung der Niere in der frühen, mittleren und späten Schwangerschaft vorgenommen. Auch bei diesem aus 15 Frauen bestehenden Kollektiv war festzustellen, daß Hydronephrosen rechts häufiger als links auftraten. Bei der Verlaufskontrolle ergab sich, daß Aufstauungen der ableitenden Harnwege, die in der frühen oder mittleren Schwangerschaft zu beobachten sind, auch in der späten Schwangerschaft noch nachweisbar sind. Diese Beobachtung konnte mit einer Ausnahme bei den sieben Patientinnen mit pathologischem sonographischem Befund gemacht werden.

## 9. Zusammenfassung:

=====

Unser Ziel war, den Nachweis zu erbringen, daß die Ultraschalldiagnostik eine brauchbare Methode zum Nachweis von Nierenveränderungen in der Schwangerschaft ist.

Da wir keinen besonderen Zeitpunkt für das Auftreten von Hydronephrosen in der Schwangerschaft feststellen konnten, Aufstauungen vielmehr zu allen Terminen in der Gravidität vorkommen können, wird eine Screening-Methode benötigt. Hier hat sich die Ultraschall-Diagnostik als brauchbare Möglichkeit erwiesen, eine genaue Aussage über die Verhältnisse der ableitenden Harnwege zu machen.

Ultraschall ist eine schnelle, sichere und nicht invasive Methode, deren Einsatz nicht durch eine Strahlenbelastung begrenzt ist. Sie bietet deshalb auch die Möglichkeit der Verlaufskontrolle, so daß wir in der Lage sind, Übergänge von physiologischen Aufstauungen zu pathologischen Formen der Hydro-nephrose zu beobachten.

Wir halten die Aussagekraft der Ultraschall-Methode in der Beurteilung der ableitenden Harnwege für gesichert.

10. Literaturverzeichnis :

1. Anger, H. :

In-vitro Versuche zur Wirkung von exogenem  
Progesteron auf die Motilität des menschlichen  
Ureters.

Der Urologe 13 (1974), 35

2. Bergmann, L., Hilz, E., Sunden, B. :

In: Holländer, H.J. : Die Ultraschalldiagnostik  
in der Schwangerschaft, S. 3

Urban & Schwarzenbeck, München-Berlin 1972

3. Barnett, E., Morley, P. :

Ultrasound in the investigation of space  
occupying lesions in the urinary tract.

Brit.J.Radiol. 44 (1971), 733

4. Brezina, K. :

Ausscheidungsurographie nach der Gravidität.  
Geburtsh. u. Frauenheilk. 31 (1971), 1107

5. Friedberg, V. , Kremling, H. :

In: Käser, Friedberg et al.: Gynäkologie und  
Geburtshilfe, Bd. 2, S. 374

Georg Thieme Verlag; Stuttgart 1967

6. Golenhofen, K. :

In: Lutzeyer, M.,: Urodyn. Symp.

Georg Thieme Verlag; Stuttgart 1971

7. Harrow, B.R. :

Etiology of the hydronephrosis of pregnancy.

Surg. Gynec. Obstet. 119 (1964), 1042

8. Kass, E.H. :  
Asymptomatic infections of the urinary tract.  
Trans. Ass. Amer. Phycns. 69 (1956), 56
9. Kermauner, F. :  
Zur Beurteilung der Pyelonephritis bei  
Schwangeren.  
Z. Gynäk. Urol. 2 (1911), 291
10. Kincaid-Smith, P. :  
In: Kass, E.H. : Progress in pyelonephritis,  
S. 11  
David Comp.; Philadelphia 1965
11. Kincaid-Smith, P., Bullen, M. :  
Bacteriuria in pregnancy.  
Lancet I (1965), 395
12. Krewling, H. :  
Über die Pyelonephritis gravidarum.  
Münch.Med.Wschr. 95 (1953), 1026
13. Krewling, H. :  
Neuere Ergebnisse über den Einfluß der  
Gravidität auf Physiologie und Pathologie der  
ableitenden Harnwege.  
Med. Klin. 52 (1957), 536
14. Krewling, H. :  
Die Röntgenuntersuchung der Harnorgane  
während der Schwangerschaft.  
Zbl. Gynäk. 74 (1952), 1761

15. Kresse, H. :

Die Weiterentwicklung von Ultraschall-  
Scanningmethoden.

1. Weltkongress für Ultraschalldiagnostik in  
der Medizin, Wien 1969

16. Kretschmer, H.L. et al. :

Dilatation of the kidney pelvis and ureter  
during pregnancy and puerperium.

Amer. J. Obstet. Gynec. 85 (1933), 2025

17. Kumar, D. :

In-vitro inhibitory effect of progesteron on  
human smooth muscle.

Amer. J. Obstet. Gynec. 84 (1962), 1300

18. Opitz, E. :

Die Pyelonephritis gravidarum et puerparum.

Z. Geburtsh. Gynäkol. 55 (1905), 205

19. Pitts, W.R. et al. :

A review of 100 renal and perinephric sonograms  
with anatomic diagnosis.

J. Urol. 114 (1975), 21

20. Puhl, H., Jacobi, H. :

Über fixierte Schwangerschaftsatonie des  
Ureters.

Z. urol. Chir. 35 (1932), 384

21. Raz, S. et al. :

Hormonal influence on the adrenergic receptors  
of the ureter.

Brit. J. Urol. 44 (1972), 405

22. Rubi, P.A., Sala, N.L. :  
Uretral function in pregnant women.  
Amer. J. Obstet. Gynec. 101 (1968), 230
23. Sanders, R.C., Bearmann, S. :  
B-scan ultrasound in the diagnosis of  
hydronephrosis.  
Radiology 108 (1975), 375
24. Soldner, R., Krause, W. :  
Ultraschallscanner mit hoher Bildfolge für die  
medizinische Diagnostik.  
Vortrag anlässlich der 5. Jahrestagung der  
Deutschen Gesellschaft für Medizinische und  
Biologische Elektronik e.V. in Aachen, Oktober 1975
25. Stoeckel, W. :  
In: Veit-Stoeckel : Handbuch für Gynäkologie,  
Bd. X/1, S. 95, Bergmann; München 1938
26. Tandler, J., Halban, J. :  
Topographie des weiblichen Ureters.  
Braunmüller; Wien 1902
27. Van Wangeren, G., Jenkins, R.H. :  
Pyelouretral dilatation of pregnancy after  
death of the fetus.  
Amer. J. Obstet. Gynec. 56 (1948), 1146
28. Wangenbichler, P., Focher, K. :  
Beitrag zur Problematik der Veränderungen des  
Nierenhohlraumsystems in der Schwangerschaft.  
Geburtsh. u. Frauenheilk. 29 (1969), 279

## **Lebenslauf:**

\*\*\*\*\*

Als zweites Kind der Eheleute Fritz Braß und Karin Braß, geb. Saliß, wurde ich am 6.3.1950 in Rehren bei Hannover geboren. Mein Vater ist praktischer Arzt, meine Mutter ist Frauenärztin.

Nach fünfjähriger Volksschulzeit in Rehren besuchte ich das Gymnasium Ernestinum in Rinteln, wo ich im Jahre 1969 das Abitur ablegte. Bis zum Beginn des Studiums leistete ich meinen Grundwehrdienst ab.

Vom Sommersemester 1971 bis zum Wintersemester 1976 studierte ich an der Universität Marburg Humanmedizin und legte hier auch das Staatsexamen ab.

Nach Abschluß der Medizinalassistentenzeit bin ich jetzt als Assistenzarzt im Diakoniekrankenhaus Wehrda auf der Inneren Abteilung tätig.

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren die  
Damen und Herren Professoren und Dozenten :

Awon, Arndt, Aurich, Barthelmai, Bode, Buchholz,  
Castenholz, Daume, Dimroth, Dittrich, Dombrowski,  
Eißner, Eschenbach, Exner, Friederich, Ganz,  
Gerdes, Graul, Haberich, Hamelmann, Hardewig,  
Havemann, Heene, Hensel, Heß, Hildebrand,  
Hilgenmann, Hort, Huch, Jakob, Kaffarnik, Karlson,  
Kessler, Klaus, Kleinsasser, Koecke, Lange, Langner,  
Ludwig, Mannheim, Maroske, Martini, Oehwig, Oepen,  
Petry, Portig, Pots, Renschmidt, Richter, Riecken,  
Rodeck, Rohen, Schmidt, Schiff, Siegert, Straub,  
Streicher, Thoenes, Uhlarik, Walcher, Wehmeyer,  
Wendt, Willenbockel.

Herrn Professor Dr. R. Buchholz möchte ich für die Überlassung des Themas und eines Arbeitsplatzes in der Universitäts-Frauenklinik herzlich danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. B. Hackelör für seine wertvollen Anregungen und seine Unterstützung bei der Durchführung der Versuche und Abfassung dieser Arbeit.











